Science
Council
of Canada

Conseil des
sciences
du Canada

SECTORAL TECHNOLOGY
STRATEGY SERIES

No 1

The Canadian Telecommunications Sector

92-07275/

SECTORAL TECHNOLOGY STRATEGY SERIES

NO. 1 THE CANADIAN TELECOMMUNICATIONS SECTOR

Science Council of Canada
100 Metcalfe Street
Ottawa, Canada
K1P 5M1

Catalogue No. SS25-1/1-1992E
ISBN No. 0-662-19454-3
©Minister of Supply and Services, 1992

Contents

Highlights v
Background to the Sectoral Technology Strategy Series viii
Commentary on the Sectoral Technology Strategy Series and R&D Targets ix
List of Sectoral Technology Strategy Series Reports xi
Acknowledgements xii

Introduction 1

The Global Telecommunications Sector 2
- Market Evolution: The Emergence of Global, Competitive Markets 2
  - The Regulatory Environment: Market Liberalization 2
  - Technology Drivers 2
- World Telecommunications Market: Size and Scope 5
- World Telecommunications Sector: Restructuring 7
  - Service Sector 7
  - Equipment Sector 10
- World Telecommunications Sector: R&D Strategies 12

The Canadian Telecommunications Sector 15
- Canadian Telecommunications Equipment Suppliers 15
- Canadian Telecommunications Carriers 15
- Canadian Telecommunications Sector R&D 16
  - R&D and Technology Strategies 16
  - Impact of R&D on Business Strategies 18

Challenges and Opportunities in the Canadian Telecommunications Sector 21
- Attacking the Global Market 21
- Responding to the Challenge 22
  - Developing Technology Strategies for Innovation 22
  - Changing the Regulatory Environment 23
  - Maximizing Political Support 24

Appendix 1. Telecommunications Equipment: Global Markets and Suppliers 25
Appendix 2. Framework for Technology Strategies 28

Notes 30

Tables and Figures

Table 1. World telecommunications equipment market: dollar value (1989, 1993) and growth rates 6
Table 2. World telecommunications service market: dollar value (1989, 1993) and growth rates 7
Table 3. Equipment and service components of world telecommunications market: dollar values and growth rates 7
Table 4. Major telecommunications equipment suppliers: total company revenues and telecommunications equipment sales (1988) 12

Tables and Figures (cont'd)

Table 5.	Levels and intensity of R&D expenditures of selected Canadian telecommunications equipment companies (1989)	16
Table A-1.	Top five companies in central office switches: telecommunications equipment revenues (1988)	26
Table A-2.	Top five companies in transmission products: telecommunications equipment revenues (1988)	26
Table A-3.	Top five companies in private network equipment: telecommunications equipment revenues (1988)	27
Figure 1.	Technology strategies of Canadian firms in the telecommunications equipment sector	19
Figure 2.	Business strategies of Canadian firms in the telecommunications sector	20

Highlights

- Telecommunications is the foundation of the information revolution and, as such, constitutes one of the world's fastest growing and strategically most important sectors.

- Canada is a strong world player in this high-tech sector.

- Three key forces drive the emergence of global, competitive markets in the telecommunications sector: the worldwide trend toward a more liberalized regulatory environment, the rapid growth in demand for both existing and new telecommunications services, and rapid technological progress.

- Until recently, the world telecommunications market was dominated by protected national monopolies, and national equipment suppliers enjoyed privileged relationships with their national operating companies. A more liberalized regulatory environment has opened the market to international competition, especially in the United States, Britain, and Japan.

- During the 1990s, four major technological innovations — digital communications, fibre optic transmission, wireless communications, and advanced software and hardware computer technologies — will continue to drive fundamental changes in the telecommunications networks and industry.

- A new industry structure is evolving with three types of public networks: conventional telephone companies, alternate carriers, and cellular carriers. In addition, private networks are growing rapidly in the most advanced telecommunications markets.

- Competition within the telecommunications service industry is increasing with the emergence of alternate carriers, cellular carriers, and private networks. In certain services, the conventional telephone companies are losing market share to competing service providers. The most aggressive of the telephone companies are moving into enhanced customer services, value-added networks, and international networking.

- In telecommunications services, global competitive markets have stimulated innovation in both equipment and services.

- The telecommunications equipment industry is undergoing a radical restructuring. A tripartite industry structure — consisting of product-development companies, large systems houses, and systems integrators — is emerging. Each type of company must employ R&D strategies appropriate to its particular capabilities and markets.

- Product-development companies work closely with customers, using established technologies to create new products and applications for specific market niches. These companies depend on key core technologies, acquired through licensing, strategic alliances, or R&D partnerships. To provide global marketing, they may need to cultivate relationships with systems integrators and distributors.

- The large systems houses will continue market domination in core network products, such as the large hardware and software systems of central office switches. To obtain innovative products and the services required to strengthen their market positions, these houses will need to work closely

with traditional customers, the telephone companies, and new customers, the alternate networks and cellular operators. Because the large systems houses have difficulty satisfying the increasingly diverse customer requirements at the periphery of the network, they may have to ally themselves with systems integrators, who have a better understanding of the international market, and with small product development companies, who can tailor applications to specific market needs.

- Systems integrators work directly with end customers to install and manage operations; they offer communications systems custom-built to individual client requirements. Close customer relationships, particularly with their most demanding customers, are thus essential for these companies. To provide the best and most up-to-date service, systems integrators need to cultivate relationships with a wide range of large and small equipment manufacturers.

- The Canadian telecommunications service sector is composed primarily of regional telephone companies and long-distance, satellite, and international monopolies: Telecom Canada, Telesat Canada, and Teleglobe Canada, respectively. Regulations prevent Canadian telephone companies from competing with one another, and no alternate voice carriers have been allowed to develop. Unitel (formerly CNCP Telecommunications) is an alternate data carrier.

- Canada's telecommunications equipment sector is characterized by one multinational systems house (Northern Telecom), a series of smaller product development companies, and several systems integrators. Thus, the Canadian telecommunications equipment industry has a broad base of experience and is well positioned to take advantage of expanding opportunities in the global telecommunications market.

- It is commonly accepted in the telecommunications industry that companies should devote about 11 per cent of revenues to R&D for expanding into new product and service markets. Canadian telecommunications equipment manufacturers generally match or exceed this benchmark. For example, in 1987, these firms spent 16.9 per cent of their total revenues on R&D.

- The technology strategy employed by the Canadian telecommunications equipment sector can best be described as one of product innovation, one of the few Canadian sectors to employ this strategy.

- Northern Telecom — including its R&D subsidiary Bell-Northern Research — dominates Canadian telecommunications R&D, accounting for about 80 per cent of the industry's total R&D expenditures. Northern employs an R&D strategy of innovation rather than breakthrough: it waits before investing in a technology until that technology is ready to be turned rapidly into marketable products and services. The continued growth of Northern not only testifies to the success of this strategy, but also spurs Northern to finance the development costs of new systems and products.

- The smaller Canadian product development firms face quite different R&D challenges. They work closely with customers to develop leading-edge products that enable them to gain global leadership in their market/product niche. In general, their R&D investments are a substantial proportion of their revenues.

- Canada's telecommunications systems are ranked among the best and most advanced in the world. However, for Canadian equipment suppliers to continue to set the pace in telecommunications technology, and for our service providers to continue to be represented at the leading edge in telecommunications services, Canadian firms will have to play a larger role in the global market for

telecommunications equipment and services. As yet, many Canadian suppliers have limited exposure abroad.

- Canada's biggest challenges are in telecommunications services. Services constitute the largest part of the international market and are where many of the major growth opportunities lie.

- Canadian companies are well positioned to expand into a global market focused on product variety and customer service. Canada should foster an environment that encourages the creation of innovative, leading-edge companies and stimulates their expansion into international markets.

- Federal and provincial governments should deregulate the Canadian telecommunications industry so that, at home, new hardware and service opportunities can unfold and, abroad, the Canadian industry can become more competitive.

- The Canadian government should create more export opportunities for Canadians, pressing international regulatory bodies, as well as Canada's major trading partners, for maximum deregulation of foreign and international telecommunications markets.

- In its foreign policy, Canada should use all available political and economic leverage to create sales opportunities for Canadian firms in international markets.

- Canadian governments and industry must take advantage of fast-breaking opportunities in such export markets as Latin America, Eastern Europe, and the Soviet Union. To this end, government support — via export credits, foreign aid budgets, or barter arrangements — may be required.

Background to the Sectoral Technology Strategy Series

In the emerging "new" economy of the 1990s, successful high-value businesses in advanced nations are being driven by innovation, propelled by spending on new products and processes. Their business strategies centre increasingly on specialized knowledge and skill in finding the right "fit" between their unique blend of core technologies and particular markets.

Where does Canada stand in this rapidly evolving new environment of changing linkages and relationships? The poor innovative capacity of Canadian industry has long been a concern of the Science Council of Canada, going back to its 1971 report *Innovation in a Cold Climate*. The Council re-emphasized this concern in 1988. It focused its attention on the potential for action at a sectoral level in its statement *A Sectoral Approach to Innovation*. It argued:

> There is growing recognition by industry and government in Canada of the key role played by technology and R&D in domestic and international competition. The Science Council considers that it is primarily the responsibility of industries to raise the degree of domestic technological sophistication and the level of R&D. Nevertheless, governments can help business to sustain long-term competitiveness both by building partnerships with individual firms and by generating consensus on the formulation of innovation strategies for the various industrial sectors. The intent is not for government to tell business what to do, but to facilitate business cooperation in a process of self-help. The process of building consensus on a strategy for a particular sector will involve close and on-going consultation with industries about the current role of technology and R&D in the sector, the opportunities foreseen, and the nature of the sources, stimuli, and forms of technological innovation. Obviously, to be successful, separate innovation strategies will be needed for each sector. The Science Council hopes that the process of building consensus will generate commitment and collective will concerning priorities, areas for cooperation, and agenda for action.

This 1988 statement proved to be an important step in the path that subsequently led the Council to undertake a major Sectoral Technology Strategy project.

In 1989, Industry, Science and Technology Canada, at a time of heightened concern for the state of Canadian competitiveness and serious questioning about the low level of Canada's gross expenditures on research and development as measured against other advanced countries, agreed to provide the main funding for this project. It also stipulated the selection of sectors on which it would like the project to focus.

Each report in this Sectoral Technology Strategy Series draws in part upon analyses commissioned by the Science Council of Canada from contractors, designed to reveal the key dynamics driving technological innovation in the sector and influencing company technology strategies. Each report has also benefited considerably from the comments and advice submitted by the many external reviewers from business, universities, and government, who are recognized in the Acknowledgements.

Commentary on the Sectoral Technology Strategy Series and R&D Targets

The Sectoral Technology Strategy Series has analysed 15 Canadian sectors. On the basis of this experience, the Science Council of Canada makes the following points with regard to Canadian R&D performance and the issue of setting sectoral R&D targets.

- Canadian firms, when grouped by sectors, generally perform much less R&D than their trade competitors. Using the indicator of R&D as a percentage of sales, Canadian firms undertake R&D at a rate about one-third to one-half the rate of their leading international sectoral competitors. The notable exception among those sectors analysed in telecommunications.

- In some product lines or specific technologies certain absolute threshold levels of R&D and capital investment must be reached if the effort is to be considered to have a chance of making a commercial payback. High thresholds are apparent in some parts of sectors such as telecommunications (central office switches), automotive parts ("Tier 1" supplier status), oil and gas (reformulated gasoline standards by refineries), and electronics (integrated circuit foundry). Such absolute thresholds cannot be clearly expressed as a percentage of sales.

- The reasons for the lower level of R&D spending by firms in most of the 15 Canadian sectors are: choice of business and technology strategy (which, in part, leave Canadian companies as essentially non-participants in many higher value-adding segments); the relatively small size of Canadian firms; the high absolute thresholds of R&D expenditure required to be a meaningful player, especially for innovative technology strategies; and the degree of foreign ownership of Canadian firms (especially important in the case of the automotive vehicles and parts sectors).

- The lack of R&D relative to other countries affects Canadian competitiveness, but it is only one of many factors, such as capital and labour costs, quality design, good marketing, and management, that interact to affect overall competitiveness. Nevertheless, the contribution of R&D, or more precisely, technology-based innovation, is becoming more pronounced throughout the global economy and Canada continues to fall behind. The low level of R&D is especially detrimental to the capacity of Canadian resource-based sectors to compete with higher-value, differentiated products, leaving them vulnerable to adverse shifts in costs beyond their control, such as a higher exchange rate.

- Major potential does exist for Canadian industry to make additional R&D investments. However, fulfilling this potential depends heavily on the vision and capability of management to make strategic use of technology, to speed the firms' innovation process, to work more closely with suppliers and "demanding customers" all the way to the end of the product chain, and to build core capabilities in incremental innovation and R&D. Canadian firms have not yet fully grasped the implications of the emerging new "lean enterprise" or "agile producer" strategy. To follow this new strategy involves seeking to offer maximum value to customers. It requires integrating the skills base of a knowledgeable workforce with flexible management structures that stimulate cooperative initiatives within and between firms to match customer needs.

- The dominant technology strategies being followed by Canadian firms in these sectors are of adopt and adapt. Innovation technology strategies are not very extensive (telecommunications is again an exception) and hardly any firms focus on breakthrough strategies to enhance competitiveness. Overall, these 15 sectors show little attempt at diversification out of existing product lines as opposed to making such products more efficiently.

- Governments can set sectoral R&D targets in the hope of stimulating enhanced industrial performance, shifts in business strategy, and greater commitment by the private sector to R&D. However, private sector R&D is only meaningfully undertaken in conjunction with a full complement of associated private and public sector actions ranging from improved design and production to finance and marketing. Doing more R&D will not be productive unless linked to a broader corporate technology strategy that is carefully designed to support the firm's business objectives. Otherwise, the corporation cannot, and will not, marshal the complementary investments required to reap the benefits of the R&D. It is the firm that must commit R&D resources.

- Setting sectoral R&D targets becomes more difficult as the boundaries between sectors are breaking down, through technological advances, regulatory change, and firm restructuring. Larger and more diversified firms that dominate modern industrial R&D perform R&D that might be allocated to any of several sectors. Examples include the textiles and materials R&D performed by large Japanese steel firms, the electronics R&D by automotive-vehicle firms, and the software R&D by telecommunications firms. Canadian governments have quite correctly encouraged higher levels of industrial R&D in Canada. In view of the rapid pace of scientific advances and technological change, plus the role of system interdependencies and synergies between technologies, setting R&D targets does not appear to be a task warranting the intensive effort, cooperation, and, ultimately, commitment that would be required by federal and provincial governments and private sector organizations.

List of Sectoral Technology Strategy Series Reports

No. 1 The Canadian Telecommunications Sector
No. 2 The Canadian Automotive-Parts Sector
No. 3 The Canadian Iron and Steel Sector
No. 4 The Canadian Automotive-Vehicle Sector
No. 5 The Canadian Oil and Gas Sector
No. 6 The Canadian Petrochemicals and Resins Sector
No. 7 The Canadian Banking Sector
No. 8 The Canadian Nonferrous-Metals Sector
No. 9 The Canadian Forest-Products Sector
No. 10 The Canadian Machinery Sector
No. 11 The Canadian Food and Beverage Sector
No. 12 The Canadian Electric-Power Sector
No. 13 The Canadian Consulting-Engineering Sector
No. 14 The Canadian Electronics Sector
No. 15 The Canadian Computer Software and Services Sector

Acknowledgements

The Science Council of Canada is pleased to acknowledge the assistance of the following people and organizations who contributed information and advice in the preparation of the report: Northern Business Information, New York; Dennis Cunningham, President, Gandalf Ltd., Ottawa; Michael Leung, Director, Business Development, Alberta Telecommunications Research Centre, Edmonton; Joan McCalla, Director, Telecommunications, Ontario Ministry of Culture and Communications, Toronto; Lynne Mytelka, Carleton University, Ottawa; Roger Voyer, NGL Consulting Ltd., Ottawa; Paul Tisdall, The Network, Ottawa; Arthur Cordell, Department of Communications, Ottawa; Pat Ganapathy; and Ron Walsh, Industry, Science and Technology Canada (ISTC), Ottawa.

The views and conclusions in this report are strictly those of the Science Council of Canada and do not necessarily represent those of any other individual or organization.

The members of the Science Council of Canada committee directing the project were:

*John Roth, President, Wireless Systems, Northern Telecom (committee chairman until February 1991)
Simon J.S.W. Curry, Manager, System Level Modelling, Bell-Northern Research Ltd. (committee chairman since February 1991)
Morrell Bachynski, President, MPB Technologies Inc.
Richard Bolton, Directeur général, Centre Canadien de fusion magnétique, Institut de recherche d'Hydro-Québec
Richard Dillon, Principal, Alafin Consultants Ltd.
Gerry B. Dyer, Director — Research, Du Pont Canada Inc.
J. Barry French, Professor, Institute for Aerospace Studies, University of Toronto
James Gilmour, Director of Policy Analysis, Science Council of Canada (ex officio)
Gordon Gow, President and Chief Executive Officer, Ontario International Corporation
Janet Halliwell, Chairman, Science Council of Canada (since August 1990; ex officio)
Geraldine Kenney-Wallace, Chairman, Science Council of Canada (until July 1990; ex officio)
Bernard M. Leduc, Chef de la direction scientifique et directeur régional, Wyeth-Ayerst Research — Canada
Guy P.F. Steed, Director of Programs, Science Council of Canada (ex officio)
Andrew J. Szonyi, President, Canadian Resource Management Ltd.
Graham Taylor, Director, Technology Innovation and Diffusion, Industry, Science and Technology Canada
Hugh Wynne-Edwards, President, Terracy Corporation

* Committee liaison person for the telecommunications sector report.

The project staff were:

Rick Clayton, Project Officer and member of the project committee, Science Council of Canada
Jean Reavley, Research Associate, Science Council of Canada

Introduction

Today, the Canadian telecommunications industry is profitable. Its companies are major R&D performers, and the sector is one of the most technologically innovative in Canada. Moreover, the worldwide telecommunications market is growing. The question, then, is whether the Canadian telecommunications sector can continue to grow and prosper.

With the increasing internationalization of telecommunications markets, Canadian companies must be able and ready to compete with firms from other countries. This could require a number of fundamental changes in the Canadian industry. For instance, will Canadian companies be forced to increase their R&D expenditures? Will new types of R&D relationships — for example, new partnerships or alliances — be necessary? Will market changes stimulate a new international focus?

The main objectives of this report are to review the technology strategies of the leading Canadian telecommunications firms; and to compare Canada's R&D performance with that of its main trading competitors, outlining the major reasons for any differences and how these differences affect Canada's competitiveness in this sector.

The Global Telecommunications Sector

Market Evolution: The Emergence of Global, Competitive Markets

Telecommunications and computer technology sit at the heart of the information revolution. Together they constitute one of the world's fastest growing and strategically most important industries. Today, telecommunications is one of the few — perhaps, the only — high-tech sectors in which Canada is a strong world player.

Three key forces drive the emergence of global competition in the telecommunications industry: the worldwide trend toward a more open, or liberalized, regulatory environment; the growth in demand for telecommunications services; and rapid technological progress. Burgeoning opportunities in the global marketplace await those firms that can capitalize on these forces to research and develop innovative new products. The prospects for profits are excellent. In the long run, it will be those firms that can base their technological strategies on product innovation that will benefit from this new environment.

The Regulatory Environment: Market Liberalization

Until recently, the worldwide telecommunications market was dominated by protected national monopolies. Most countries had their own Post Telegraph and Telephone (PTT), or an equivalent administrative system, that controlled almost everything related to communications. Typically, the national equipment suppliers enjoyed privileged relationships with their national operating companies. In addition, the close relationship between PTTs and a country's indigenous vendors protected domestic service and equipment suppliers, while promoting national network compatibility and universal service.

Today, a trend toward market liberalization is sweeping through the international telecommunications industry, opening the marketplace to competition. In the United States, deregulation and divestiture began in earnest with the 1968 *Carterfone* case. It was the effects of that decision, which allowed customers to connect their own equipment to the telephone network, that culminated in the 1984 breakup of the U.S. Bell system.

The idea of moving from a monopoly to free-market competition has been gathering momentum in other parts of the world as well. In the United Kingdom, for example, legislation back in 1981 opened that market to competition, and in 1983 (after Parliament mandated the privatization of British Telecom, the country's PTT), Mercury Communications Limited emerged as a competing telecommunications-service supplier to British Telecom. In Japan, the Nippon Telegraph and Telephone (NTT) Corporation, formerly the government-owned PTT, has been privatized, and legislation has opened the door for competing service suppliers. In such newly liberalized regulatory environments, a loosening of the relationships between domestic equipment suppliers and operating companies has accompanied the introduction of competitive services.

This growing liberalization in the world telecommunications market presents unprecedented opportunities for equipment and service suppliers. At the same time, of course, these companies must compete — and win — in an increasingly competitive global marketplace.

Technology Drivers

Much of the impetus for market liberalization comes from rapid and far-reaching advances in telecommunications technology. During the 1980s, three major technological innovations — digital communications, especially digital switches; fibre-optic transmission; and wireless communications —

drove the fundamental changes in both the telecommunications networks and in the telecommunications industry worldwide. These same three, together with advanced software and associated hardware computer technologies, will continue to drive the telecommunications industry in the 1990s.

Digital Communications

Digital switches, really specialized digital computers, were introduced during the late 1970s and 1980s. They allowed networks to be reconfigured and new features to be added, through relatively simple modifications to software programs. Digital technology facilitates the introduction of logical responsiveness intelligence — not only into switching machines, but also into telecommunications terminals. This so-called intelligence, in turn, provides the basis for increased customer control over networks and for deployment of powerful new services. To illustrate, the ability of the digital network to send a caller's name and number to a user's display terminal can be extremely valuable to a sales and service organization, particularly when the intelligence in the user's terminal allows customer-account records to be automatically displayed on the terminal screen.

In advanced economies, the shift to digital technology is well under way. For example, in Canada, 85 per cent of Bell Canada's long-distance toll trunks and 35 per cent of its local lines are now using digital technology right to the handset terminal. By 1995, the entire Bell Canada network will be, to all intents and purposes, digital.[1] In the United Kingdom, 99 per cent of the trunks are already digital.[2]

Fibre-Optic Transmission

It was only in the latter half of the 1980s that the full impact of the second major innovation — optical fibre — began to be felt. Fibre-optic transmission is several thousand times faster than copper wire transmission. Until recently, however, fibre was cost-effective only in high-volume, long-distance networks. But this situation is changing. Systems using optical fibre and optoelectronics are finally becoming cost-competitive with copper-based ones — even for that "last mile" to the subscribers' premises. As a result, the market for fibre-based products is expanding rapidly, and fibre is being rushed into service within telecommunications networks.

Together, optical fibre and digital communications provide high-speed information processing and high-bandwidth transmission throughout the network. Not only can network operators and users carry out their present operations faster, they can also perform entirely new operations. From the telephone company's perspective, these technologies provide a network that is simpler and more cost-effective to operate. At the same time, the network is far more flexible and powerful. In the future, telephone companies will be able to provide customers with on-demand access to a much wider range of services than is currently available.

From the users' perspective, the new technologies mean access to new, more powerful services. These technologies also give users superior control of their telecommunications networks, including enhanced service options, hardware configurations, and ease of maintenance.

Video-conferencing is a good example of the potential for service improvement. Not only is today's video-conferencing costly and cumbersome, but the special and expensive communications facilities must be booked well in advance. With the new network technologies, however, accessing wide-band services, such as video-conferencing, could become as simple as making a telephone call is today: the user would simply dial, and the service would immediately become available.

Another important service improvement involves the frame relay, a development that offers a fast, efficient pipeline for linking local-area networks (LANs) via wide-area networks. Although LANs have emerged as the preferred method for linking desktop computers, their interconnection has, until recently, proved difficult. (In fact, these interconnections are still troublesome today.) However, in

September 1990, U.S. Sprint announced plans to use its fibre network to offer the first public frame-relay service. It also announced a new service to allow users of video-conferencing and medical imaging to dial up the exact amount of transmission capacity required to achieve clear images.[3]

Today, the infrastructure of digital communication technology is largely in place in the advanced economies of the West. Moreover, fibre is now rapidly replacing copper in transmission links. During the 1990s, these technologies are expected to have a fundamental impact on every aspect of the public telecommunications networks, opening up substantial new market opportunities for telecommunications equipment and service suppliers.

Wireless Communications

The third innovation — wireless and, especially, cellular telephony — is also expected to fundamentally change the nature of the telecommunications industry. Whereas fibre transmission and digital switching offer substantial improvements to traditional, land-based or "wireline" telecommunications networks, wireless technology provides the basis for a totally new network — one distinct from traditional networks and capable of operating independently.

In Canada, wireless telephony was first tested in Alberta in the late 1970s. Wireless telephony gave rise to cellular telephony and, in 1986, the cellular network in Canada began its first full year of operation. Since then, the number of subscribers has increased at a compound annual rate of 79 per cent, in comparison to the still substantial rate of 7.8 per cent for the telecommunications industry as a whole. At the end of 1989, there were approximately 375 000 cellular subscribers in Canada.[4]

This explosive growth is not unique to Canada. Other industrialized countries are experiencing similar expansions in cellular telephony. In the United States alone, the number of cellular subscribers increased from 300 000 in 1985 to 3.1 million in 1989 — an average annual growth rate of 80 per cent.[5]

Over the next few years, advances in cellular technology are expected to result in greater transmission capacities, better quality, and lower costs than are possible with present technology, thus further stimulating market demand and growth. Ultimately, digital radio transmission, which will begin to replace analog radio transmission in North America in the early 1990s, will increase approximately 10-fold the number of subscribers the system can handle. As a result, the capital cost per subscriber will drop substantially. This decline is expected, in turn, to lead to a decrease in service costs for users. In fact, by 1993-94, cellular service in Canada may actually be cheaper than the conventional wireline service for business subscribers.[6] Cellular phones have also been declining rapidly in price.

At present, the penetration of cellular telephony is limited. In Canada, cellular penetration — at 1.5 per cent of the population — is the second highest in world, behind the Scandinavian countries — at 4.1 per cent.[7] The long-term potential for cellular, however, is tremendous. In fact, if the present growth continues, the number of new cellular ports added to the world network annually should surpass the number of new land-based lines by the mid-1990s. In developing countries, cellular could supersede land-based communications as the primary network by the late 1990s.

A major advance in wireless communications — a new service called the Personal Communications Network (PCN) — is expected in the near future. The goal of PCN is to offer small, portable, low-cost telephones, as well as a network infrastructure that will allow users to communicate flexibly and easily whatever their location. Rather than the present system of fixed locations identified by a number, all subscribers will have their personal communications number that they use to sign on to the network, from any terminal. The network will then identify the subscribers and provide them with access to their personalized services; for example, voice mail. Currently, Britain leads the world in the development of the PCN. The U.K. Department of Trade and Industry has approved proposals from three competing consortia to define, develop, and introduce such personal communications

services. PCN will probably be launched in the United Kingdom in 1993.[8] Canadian regulators allocated spectrum for PCN in September 1991.

Advanced Computer Software and Hardware

The fourth technology that will have a major impact on telecommunications comprises advanced computer software and its associated hardware. This technology should enable vast quantities of data, including images, to be processed and transmitted internationally at extremely high speeds. Banks and other financial institutions are among the telecommunications customers now demanding this type of service. Eventually, data-transmission may supersede voice-transmission as the major business of telecommunications networks.

World Telecommunications Market: Size and Scope

With technological change and liberalization driving its rapid expansion, the telecommunications market is truly dynamic, with an enormous growth potential. Even today the worldwide telecommunications market is huge. In 1989, Northern Business Information (NBI), a New York-based telecommunications-consulting firm well respected in the industry, estimated the global telecommunications market at $389.5 billion (1989 dollars) (unless otherwise noted, currency is given in U.S.$). Northern Business Information projects that the industry will grow to $566.6 billion by 1993,[9] and to more than $1.3 trillion by the year 2000.[10] The scene is set, however, for an even more explosive growth than these projections would indicate. As yet, the largest part of the world market remains undeveloped; certain major economies, such as China, India, Indonesia, and the Soviet Union are virtually untouched. If these economies take off, a tripling, or even quadrupling, of the market by the early years of the next century is possible.

The telecommunications industry is both a provider of services and a manufacturer of the equipment used in the service infrastructure. Tables 1 to 3 show NBI's projection of the size of the world telecommunications market, broken down by product and service types, for 1989 and 1993. According to NBI, telecommunications services generated $310.5 billion, or 79.7 per cent, of the $389.5-billion world market in 1989.[11] Northern Business Information expects that services will continue to dominate the market. That is, by the year 2000, the service sector should account for about $1.038 trillion of the more than $1.313 trillion that represents the worldwide telecommunications market.[12]

However, although services account for the bulk of the world market, it is the equipment suppliers that constitute the locus of the telecommunications product-and-service innovation. These suppliers perform most telecommunications R&D; they design, develop, and manufacture telecommunications hardware, software, and services. For the purposes of this sectoral analysis of technology strategy, it is the telecommunications equipment suppliers that constitute the key subsector of the telecommunications industry. But estimates of the value of the world telecommunications equipment market vary widely. In fact, the NBI estimate of the market as $78.93 billion in 1989 is probably conservative.

Telecommunications equipment can be divided into two broad areas: public network equipment and private network equipment. *Public networks* are owned and operated by telephone companies and by value-added networkers such as the U.S. packet-data networks, Telenet and Tymnet. Certain telephone companies — Bell Canada in this country; Mercury in the United Kingdom; MCI or Sprint in the United States — are privately owned, while others (the Telekon division of the Deutsche Bundespost) are publicly owned. *Private networks* — today the heart of corporate operations — are used to reduce costs, improve internal procedures, and enhance customer service. Some large

Table 1. World telecommunications equipment market: dollar value (1989, 1993) and growth rates

Type of equipment	1989 (U.S.$ billions)	1993 (U.S.$ billions)	Compound annual growth rate 1987-1992 (%)
Public network equipment			
Central office switching	19.54	29.22	8.0
Transmission	15.63	23.38	8.2
Wire and cable	2.66	3.62	5.0
Outside plant and other	9.10	11.06	5.0
Total	46.93	67.28	7.3
Private network equipment			
Private branch exchanges (PBX)	8.84	11.04	4.7
Key terminal systems (KTS)	2.20	2.89	6.7
Individual sets	4.33	5.41	3.5
Data communications	14.95	21.76	16.9
Cellular	1.67	3.57	18.5
Total	31.99	44.67	10.6
Total equipment	78.93	111.95	8.6

Source: Northern Business Information/Datapro, "The role of research and development in the telecommunications industry worldwide," contract report for the Science Council of Canada, 1989 (unpublished), 7.

organizations with extensive telecommunication needs have built their own separate telecommunication networks. General Motors, for example, built the world's largest private network to link its offices, factories, dealers, and suppliers.[13] Most corporate and institutional users, however, rely on a combination of public and private network equipment and facilities.

As Tables 1 to 3 indicate, NBI projects that the public network equipment market will remain, in the short-term, substantially larger than that for private network equipment. (Appendix 1 outlines the major types of public and private network equipment, and identifies the leading global suppliers in each area.) However, there is some evidence that private networks have been growing more rapidly than public networks and that, in the competitive U.S. market, purchases of private network equipment now surpass those by the public networks.[14] As the markets of other countries open to competition, they too will likely follow this trend.

Table 2. World telecommunications service market: dollar value (1989, 1993) and growth rates

Type of Service	1989 (U.S.$ billions)	1993 (U.S.$ billions)	Compound annual growth rate 1987-1992 (%)
Local	116.66	131.11	4.1
Domestic toll	127.67	213.58	11.8
International toll	36.54	59.04	12.2
Data	29.66	50.92	12.4
Total services	310.55	454.65	9.2

Source: Northern Business Information/Datapro, "The role of research and development in the telecommunications industry worldwide," contract report for the Science Council of Canada, 1989 (unpublished), 17.

Table 3. Equipment and service components of world telecommunications market: dollar values and growth rates

Component	1989 (U.S.$ billions)	1993 (U.S.$ billions)	Compound annual growth rate 1987-1992 (%)
Total equipment	78.92	111.95	8.6
Public network equipment	46.93	67.28	7.3
Private network equipment	32.99	44.67	10.6
Total services	310.53	454.65	9.2
Total telecommunications	389.45	566.60	9.1

Source: Northern Business Information/Datapro, "The role of research and development in the telecommunications industry worldwide," contract report for the Science Council of Canada, 1989 (unpublished), 7.

World Telecommunications Sector: Restructuring

Service Sector

Together, market liberalization and the emergence of powerful new telecommunications technologies are opening up a wide range of new market opportunities for telecommunications service providers. As a result, the telecommunications service sector is growing rapidly. What was once a unified industry, controlled by a single national PTT in each country, is now becoming fragmented and highly competitive, with many companies emerging to take advantage of the new market opportunities.

As a result of these competitive pressures, a new industry structure is evolving. Three types of public networks — conventional telephone companies, alternate carriers, and cellular carriers — have joined the rapidly growing private networks of the most advanced telecommunications markets. Each of these four types of networks is described below.

Conventional Telephone Companies

The term "conventional telephone companies" refers to the traditional regulated carriers. Examples include, in Canada, Bell Canada, British Columbia Telephone, and other regional carriers; in the United States, AT&T and, since divestiture, the Regional Bell Operating Companies (RBOCs); in the United Kingdom, British Telecom (BT); and in Japan, Nippon Telegraph and Telephone (NTT).

Alternate Carriers

In the most advanced telecommunications markets — the United States, Britain, and Japan — deregulation has permitted the creation of so-called alternate public carriers, to compete with the conventional telephone companies. In the United States, competition in the long-distance sector is now well established. Indeed, MCI and U.S. Sprint, AT&T's two major competitors, operate profitably and with sufficient market share to ensure both continued viability and a genuinely competitive marketplace.

In Britain, deregulation has permited British Telecom's competitors to offer local as well as long-distance service. Only one new entrant, however, has so far been allowed into the U.K. marketplace — Mercury Communications, a subsidiary of Cable and Wireless.

Japan has allowed competition in all aspects of telecommunications — local, long-distance, and international. At present, 10 New Common Carriers (NCCs) are competing with NTT, the former monopoly, for domestic service. KDD, which formerly provided overseas service on an exclusive basis, now faces three competitors.[15]

In Canada, regulations prevent such alternate networks from competing with the conventional telephone-company monopolies.

Cellular Carriers

Canada is among the leaders in fostering a competitive marketplace for cellular telephone service. Cellular was first launched in Canada in 1985, when Montreal and Toronto cellular telephone services were introduced. Both Cellnet Canada and Cantel Inc. offer cellular service. Cellnet is made up of the cellular divisions of the telephone companies, with Bell Cellular being the largest. Cantel, although allowed to interconnect with telephone-company networks, is not affiliated with these companies; it can, however, offer competing services coast-to-coast. The current Canadian cellular subscribers (375 000 plus) are distributed almost evenly between Cantel and the telephone companies.[16]

The rapid growth of cellular service in Canada, in terms of subscribers and revenues, has paralleled that of other countries, such as the United States. In fact, the United States has a similar duopoly market system, one in which the operating companies' cellular divisions typically compete with an independent carrier in each regional market.

Private Networks

In addition to the emergence of new public networks in recent years, there has been rapid growth in the entities known as private networks, particularly in the United States. Twenty years ago, regulated common carriers accounted for more than 90 per cent of total U.S. equipment and transmission-system sales. Today, regulated carriers account for slightly less than two-thirds of the U.S. market, while the demand for non-regulated systems continues to increase rapidly.[17] In fact, the U.S. National

Telecommunications and Information Administration estimates that, by the year 2000, regulated services will constitute only one-third to one-half the U.S. telecommunications service market.[18]

To add to their regional and national networks, private corporations throughout the world are now building some of the most advanced international networks.[19] Both American Airlines and United Airlines, for example, effectively realize more profit from their worldwide networks for airline reservations than they do from their flights.

Canada's experience with private networks has not mirrored that of the United States. In the United States, private networks grew rapidly after deregulation and the emergence of alternate long-distance carriers. At first, the American corporations built private networks to take advantage of competition between alternate carriers; later, they geared their networks to provide certain unique capabilities unavailable from the carriers. In Canada, there may well be a hold-up in private network development; that is, until alternate carriers are permitted to compete with the telephone company monopolies. Another reason for slow growth could be that Canadian service providers have only recently appreciated the opportunities in "turn-key" private network markets.

Challenges Ahead

The emergence of alternate carriers, cellular carriers, and private networks in advanced markets such as the United States is making the telecommunications service industry increasingly competitive. As conventional telephone companies, in particular, come under attack, their market share in certain services is being lost to competing providers.

The major challenge facing the telephone companies is how best to respond to a market in which, increasingly, single service providers can no longer respond fully to the needs of all customers. William Burns, former vice-chairman of NYNEX, recently summed up this challenge, saying: "Simply too much has changed too fast for any one of us to develop the range of skills needed to meet the many and varied needs of today's customers. None of us can do it all any more."[20]

The most aggressive of the telephone companies are counterattacking. Not only are they moving away from basic toll and local service into enhanced customer services, value-added networks, and customer network management markets, they are also moving into global markets, establishing international networks, and exporting their network expertise into other national markets.

British Telecom (BT), for example, has bought U.S. cellular, value-added, and long-distance carriers. In so doing, BT has built its own U.S. network, completely bypassing the U.S. domestic telephone companies. British Telecom is connecting its new network to its own U.K. hub via transatlantic links, giving its European customers direct access to every major firm in the United States. As a result, BT may well dominate all future European Community-U.S. traffic. Indeed, by the year 2000, BT expects that no major business in the world will be able to function without using its network.

British Telecom is also moving from a vertically integrated PTT that provides both services and equipment, to a horizontally integrated company that is expanding internationally. In addition to buying from suppliers that offer the most innovative hardware and software for their customer's needs, BT is selling telecommunications pathways from one part of the globe to another. Company representatives predict that, by the year 2000, as few as six major, international, service providers will still be in operation.[21]

Although other companies, such as Cable and Wireless and NTT, are also establishing international networks, no Canadian common carrier has yet made a similar move into international networking. Nevertheless, if BT is correct in forecasting fewer service providers, the Canadian service providers, unless they establish international networks soon, may well be placing themselves in a tenuous position.

Equipment Sector

With the emergence of global, competitive markets in telecommunications services comes an increase in the variety of equipment needed by the service sector. The old "one-size-fits-all" mentality of the PTT monopolies has been replaced by the reality of a multitude of service providers — all dedicated to meeting the needs of their increasingly sophisticated, demanding, and diverse customers. As a result, market opportunities for telecommunications equipment suppliers have expanded, and continue to expand, dramatically.

These major discontinuities in markets and technology have blurred the traditional distinctions between service and product components in the buyer-seller relationship. Indeed, telecommunications markets today have enormous value-added potential; that is, companies willingly pay many multiples of a product's price, if that product can be engineered either to add value for their own customers or to provide strategic cost advantages.

However, to profit from this situation, vendors must move from technological differentiation to sales-and-service differentiation. Technology becomes a necessary, but no longer sufficient, condition for market success. In the parlance of the industry, telecommunications equipment suppliers are now selling "relationships" rather than products alone. All these changes are possible because interfaces between hardware, once nationally regulated, are now effectively governed by the international telecommunications standards of manufacturers.

Making these relationships work requires a massive infusion of service into what has traditionally been a business of furnishing hardware products and commodity bandwidth. To sell main telephone exchanges, for example, vendors must offer a range of services to support the customer's successful exploitation of their product or technology. These services include:

- strategic planning and analysis;
- economic benefit analysis;
- network design and planning;
- system requirements analysis;
- system implementation and planning; and
- operational analysis and support.

Because these "services" allow customers to gain maximum advantage from the product, the fact of their availability can weigh far more heavily in the buying decision than the product itself.

Although this integration of products with services offers unprecedented opportunities for suppliers of advanced services and software, vendors must be prepared to make fundamental changes in their operations to profit from these opportunities. For instance, in a standard, business-school value chain, value is created or added for the customer in a step-by-step fashion. Although customers may derive benefits from any component of the value chain — from R&D, manufacturing, marketing, through sales and service — the customers only see their supplier at the sales-and-service end of the value chain. But to be competitive, suppliers must now integrate customers into every aspect of their operations, including: experimental work carried out in the laboratories; production scheduling, techniques, and specifications; service and maintenance operations; management systems; staff relations and training policies; sourcing practices; and so on. Northern Business Information calls this integration between supplier and customer "interoperability."[22]

Thus, competitive pressures — in the guise of liberalization, technological change, restructuring of the service sector, and the trend to full "interoperability" between customers and suppliers — are forcing telecommunications suppliers to narrow their focus, to concentrate their efforts. Indeed, it is clear that no single supplier can meet all the telecommunications market's increasingly diverse equipment needs. As a result, the telecommunications equipment industry is undergoing a radical restructuring.

Most analysts foresee a massive consolidation and shakeout in the industry, one that could leave as few as five world-class powers by the year 2000. In fact, the shakeout has already begun in advanced markets such as the United States, where such companies as Automatic Electric and TRW have disappeared from the telecommunications industry. Recently large-scale consolidations have occurred as well, including the early 1987 merger of France's CGE with ITT's telecommunications units to form Alcatel; the 1988 Siemens/GEC acquisition of Plessey; the Siemens' purchase of IBM's Rolm manufacturing and development operations; and Northern Telecom's early 1991 purchase of STC in Britain. In Table 4, the results of this process of consolidation — the giant size and non-telecommunications scope of the world's largest firms — can be seen. Note that Canada's largest equipment firm, Northern Telecom, although relatively small in such company, is dedicated solely to telecommunications. Note, too, that the 1991 purchase of STC by Northern Telecom, a purchase unaccounted for in Table 4, somewhat redresses this size disadvantage.

Today, many new opportunities for specialty products and markets are surfacing in the industry, and new players are entering the field. With the rapid increase of variety in telecommunications, small- to medium-sized companies — such as Newbridge, Gandalf, and Novatel in Canada — are typically focusing on a particular market segment. By concentrating their efforts, these small suppliers can respond more quickly to, and stay closer in touch with, specific customer needs than can the traditional broad-line suppliers.These competitive pressures are expected to lead to the emergence, over the next 10 years, of a tripartite industry structure, consisting of product development companies, large systems houses, and systems integrations.[23]

Product Development Companies

Many companies that use established technologies to create new products and applications for specific market niches, are expected to emerge. Because of the rapid increase in both variety and overall growth in telecommunications, opportunities to start these initially small entrepreneurial companies will be plentiful. Inasmuch as Canadians have shown themselves adept at launching such enterprises, this should be a high-growth sector for Canada. It should be noted, however, that software is the major vehicle for future innovation in such companies. Software, whether implemented as "loadable code" or as "embedded firmware," is what underpins the functionality of most of today's advanced telecommunications.

Large Systems Houses

The traditional broad-line suppliers, such as Northern Telecom, will still hold major portions of network expertise. Although they will continue to dominate in core network products, such as the large hardware and software systems needed for central office switches and long-distance transmission, they will have difficulty satisfying the increasingly broad range of customer requirements at the periphery of the network. Alternate and cellular networks, however, will provide major new markets for these systems houses. The needs of the competing operators to distinguish their networks from one another will place heavy demands on the large systems houses.

Systems Integrators

Systems integrators work directly with end-customers to install and manage operations. Currently, major computer companies, such as DEC and IBM, as well as the large telecommunications equipment suppliers, compete with each other in this market. However, customers will increasingly be searching for systems integrators (or primary contractors) that are not aligned with a major telecommunications or computer company. Non-aligned systems integrators — for example, SHL Systemhouse in Canada or EDS in the United States — can give their customers independent advice on the best equipment and

Table 4. Major telecommunications equipment suppliers: total company revenues and telecommunications equipment sales (1988)

Company, ranked according to telecom equipment sales	Revenues (U.S.$ millions)	R&D (U.S.$ millions)	R&D (%) sales
AT&T	35 210*	2 572	7.3
Telecom equipment	16 685		
Siemens	32 794*	3 640†	11.1
Telecom equipment	10 842		
Alcatel	10 473*	813	7.8
Telecom equipment	10 062		
NEC	21 893*	3 496†	16.0
Telecom equipment	6 475		
Northern Telecom	5 408*	700	14.2
Telecom equipment	5 408		
LM Ericsson	5 081*	573	11.3
Telecom equipment	5 081		

Source: Northern Business Information/Datapro, "The role of research and development in the telecommunications industry worldwide," contract report for the Science Council of Canada, 1989 (unpublished), 84-85.

* Figure represents total company revenues.
† Although Siemens and NEC may be spending $3.6 billion and $3.5 billion respectively on R&D, the telecommunications area is not the sole recipient; however, there may well be spinoffs from this "other" R&D of use to the telecom area.

suppliers to satisfy their needs. With the variety of, and rapid growth in, private networks, systems integration should prove to be a high-growth sector of the industry.

World Telecommunications Sector: R&D Strategies

The opening of national markets to international competition, the emergence of competing service providers, and the increase in variety of products and services demanded by the marketplace have all converged to place a premium on telecommunications innovation. Today, if a supplier is to beat its rivals to the marketplace, its principal competitive advantage lies in using new, high-quality products, as well as services that provide cost-effective solutions to customer needs. But with the accelerating pace of technological change and the rapidly evolving diversity of market needs, suppliers must provide the market with a continual flow of new products and services.

The trend toward "interoperability" between customers and suppliers is also changing the nature of the R&D challenge. Customers now have the market power to demand far more than simply technology or after-sales service. They want in-depth and long-term strategic relationships. In the area

of R&D, such relationships mean that customers must be able to bring their product and service needs right into the labs. Companies can then bring new technologies to market in the certain knowledge that customers need and want those technologies. Not only will the customers have been part of the product-planning process but, most importantly, they will have budgeted for those products. Such in-depth customer relations greatly improve a product's chances of success.

Products not driven by customer needs are far more likely to fail. The NEC 2400 private branch exchange (PBX) provides a good case study. Although the product was rich in special features, after-launch surveys showed that NEC customers used few of the fancy add-ons. But the real problem was that NEC had dedicated huge amounts of R&D to a product too sophisticated for the market it was to serve. Had NEC successfully exploited good customer relations, it might have avoided unnecessary expense and work — and launched a more profitable product.[24]

Another strategy for ensuring the success of new products is to involve, from the very beginning, all aspects of a company's operations — the manufacturing, marketing, sales and service groups, as well as the design people — in the new product's introduction process. In effect, innovation in the manufacturing processes and technologies can be as important as new product technology.

The R&D challenge is further compounded by escalating costs and high-entry barriers, particularly in core-network product areas. For example, a digital telephone exchange that could have been developed for $100 million or so in the mid-1970s would currently cost $2 billion to design, and at least as much again to market.

All three types of telecommunications enterprises — product development companies, large systems houses, or systems integrators — need to employ R&D strategies appropriate to their company's capabilities and to the markets they serve. For example,

- *Product development companies*, with their numerous market opportunities, must realize that, with today's ever-increasing global competition, leadership in a national market will no longer suffice. These companies must learn to focus on a clearly defined market niche and to develop international leadership there. They can always expand into other market/product niches later.

  These product development companies must also realize that their strength, and the key to their success, lies in maintaining strong customer relationships. Lead customers are essential; that is, those customers who, because they have the most challenging and urgent of needs, are willing to work with the supplier in new product development (and then provide testimonials).

  Although the smaller product development companies may excel in technological applications tailored to specific market needs, they may also have to depend on key core technologies acquired through licensing, strategic alliances, or R&D partnerships. If they are to provide global marketing, they may also need to cultivate relationships with systems integrators and distributors.

- The *large systems houses*, although specialists in developing core network systems and architectures (for example, central office switches), may have difficulty competing with smaller companies in serving a wide variety of end-user needs. They will need to focus on building global leadership in their specific areas of strength in core technologies. If they are to provide their traditional customers, the telephone companies, as well as such new customers as alternate networks and cellular operators, with innovative products and services to strengthen their market position, they will also need to work closely with both groups.

  Today, market liberalization and new technologies — by expanding the competition — are already pushing public carriers to offer both reduced costs and enhanced services. Thus the systems houses' R&D must not only prevent unnecessary costs in the network, but also offer network providers consistent competitive advantages and dependable cash flows. The systems houses' R&D must also provide backbone technologies for today's intelligent networks, as well as software that

allows network providers to handle increasing network complexity and to deliver enhanced services to customers and end-users.

Developing products and services for the increasingly competitive and fragmented private-network equipment market is a major challenge for the systems houses. These systems houses may need to ally themselves with systems integrators, who may have a better understanding of the market, as well as with small product development companies, who can tailor applications to specific market needs.

- The *systems integrators*' main value-added lies in their ability to custom-tailor communications systems to meet individual customer requirements. Close client relationships, particularly when working with "lead" customers, are thus essential. To provide the best and most up-to-date service, systems integrators must cultivate relationships with a wide range of equipment suppliers as well.

  With global competition and the growth of international private networks, systems integrators will likely specialize in certain market segments; for example, in the financial services industry. There, they can use their intimate knowledge of the sector's needs to develop innovative solutions and capture global leadership in systems integration for specific market segments.

All three classes of firms will have to mount and sustain substantial marketing efforts, as well as R&D programs, in order to maintain links to vital lead customers.

The Canadian Telecommunications Sector

Northern Business Information estimates that the Canadian telecommunications market totalled $12.8 billion in 1988. Common carriers, which accounted for about 79 per cent of that market, had total billings of roughly $10.5 billion. To run their networks, the Canadian common carriers bought some $1.9 billion of equipment.[25]

Canadian Telecommunications Equipment Suppliers

Canada's telecommunications equipment industry is characterized by one multinational systems house, Northern Telecom, a number of smaller product development companies, and several systems integrators.

According to NBI, Northern Telecom is at least 20 times the size of any other Canadian hardware supplier, with sales in 1988 of C$6.2 billion.[26] Of course, the 1991 purchase of STC only added to Northern Telecom's impressive scale, bringing the total revenue for this new combination to approximately C$11 billion. In contrast, the average 1988 sales of the other 32 smaller (small to medium-sized) firms amounted to about C$63 million, with sales in Canada averaging some C$48 million. In a similar conclusion, NGL Consulting Ltd. characterized the Canadian industry as dominated by 31 companies (including Northern Telecom) which, together, accounted for at least 95 per cent of the sector's sales in 1989.[27]

Whereas Northern Telecom supplies a full line of telecommunications equipment, the other Canadian equipment manufacturers tend to specialize in different areas. Some, like Canstar, sell commodities at home and turn-key systems abroad. Mitel does a good deal of work in PBXs; as does Gandalf in LAN interconnections, Novatel in cellular terminals, TIE in small telephone systems, and MUX Labs in premises wiring. SHL Systemhouse and Cognos are systems integrators. Overall, the Canadian telecommunications equipment industry has a broad base of expertise, with the suppliers complementing each other well. The industry is thus well positioned to take advantage of the expanding opportunities in the global telecommunications market.

Canadian Telecommunications Carriers

According to NBI, the Canadian telecommunications service industry comprises approximately 21 firms. It is dominated, however, by two large carriers — Bell Canada and the British Columbia Telephone Company — which, together, account for about 62 per cent of all Canadian access lines.[28] Canadian carriers are much larger than Canadian equipment suppliers, averaging $500 million each in annual revenues.[29] Each operates in a specific geographic area.

On the national front, although it might appear that no telephone company has a national presence, the largest carriers have created an association, Telecom Canada, to manage rate settlements among carriers and to represent carriers with national accounts in each other's territory. Even though Canadian telephone companies are prevented by regulation from competing with each other, and no alternate voice carriers have been allowed to develop to date, Bell Canada Enterprises (BCE) does have a financial interest in many of Canada's telecommunications firms. In addition, Unitel, formerly CNCP Telecommunications, is a national data carrier.

On the international front, Teleglobe Canada, a subsidiary of Memotec Data Inc. of Montreal, has a monopoly as Canada's international carrier, connecting domestic and overseas networks. Telesat Canada, its ownership split 50-50 between the private and public sectors, owns and operates Canada's

domestic satellite system. Telecom Canada operates two of Canada's three terrestrial microwave systems. The third microwave system is owned by Unitel.

Two service providers, Cellnet and Cantel, compete in the Canadian cellular market. Today, only five years after full service began, more than 65 per cent of the Canadian population is covered for cellular service and coverage is expanding rapidly.[30] In addition, cellular service has stimulated the development of domestic manufacturers: Novatel of Alberta, second only to Motorola in supplying cellular telephone sets for the Canadian market; as well as Northern Telecom, a major supplier of cellular network equipment and a recent entry into the cellular telephone market. By encouraging new products from various manufacturers, cellular competition appears to have had a positive effect on the market.

As for the future, the cellular companies have the potential to offer a full line of telecommunications services, including long-distance, and to compete with the conventional telephone companies. Through its connection with Unitel, Cantel, a "non-wireline" carrier, is ideally positioned to capitalize on the cellular opportunities in Canada.

Canadian Telecommunications Sector R&D

As the most R&D-intensive industrial sector in Canada, the Canadian telecommunications equipment industry accounts for approximately 23 per cent of all R&D performed by Canadian industry.[31]

R&D and Technology Strategies

Research managers in the industry usually insist that telecommunications companies, to expand into new product and service markets, must be able to invest about 11 per cent of revenues in R&D. In general, Canadian telecommunications equipment manufacturers match or exceed this benchmark. For instance, the sector spent 16.9 per cent of its total revenues on R&D in 1987.[32] The 1989 gross R&D expenditures for some of the publicly traded corporations in the industry are shown in Table 5.

Table 5. Levels and intensity of R&D expenditures of selected Canadian telecommunications equipment companies (1989) (C$ millions)

Company	Revenues	Gross R&D expenditures	R&D expenditures/ revenues (%)
Northern Telecom Ltd.	7 161.0	984.0	13.2
Mitel Corporation	432.1	55.3	12.8
Gandalf Technologies Inc.	167.4	17.9	10.7
Newbridge Networks Corp.	67.4	11.7	17.4
SR Telecom Inc.	29.8	6.1	20.5
Canadian Marconi Company	15.2*	1.7*	11.2
MUX LAB Inc.	7.4	0.8	10.9

Source: NGL Consulting Ltd., "A Proposal towards a Strategic Plan for the Canadian Telecommunications Equipment Industry, Part 1," report submitted to Industry, Science and Technology Canada and the Canadian Telecommunications Action Committee, 1991, 32.

* Estimated amount for telecommunications (5 per cent of total).

Table 5 clearly shows that both Northern Telecom and most of the smaller Canadian companies invest heavily in R&D. But, because of its relative size, it is Northern Telecom — including its R&D subsidiary Bell-Northern Research — that dominates Canadian telecommunications R&D, accounting for about 80 per cent of the industry's total R&D expenditures. Indeed, Northern is by far the largest force in Canadian industrial R&D as a whole, performing approximately 21 per cent of all industrial R&D in this country. Northern's success, then, is critical — both to Canadian telecommunications R&D and to Canadian industrial R&D.

Northern's influence extends well beyond its own corporate boundaries. For example, NBI estimates that, to drive its Canadian business, Northern buys some C$698 million worth of parts annually from various sources, many of them Canadian companies.[33] In addition, former BNR employees have started at least 26 high-technology companies, thus helping to create the critical mass of high-tech capability in the Ottawa region that has led to its labelling as "Silicon Valley North."[34]

Historically, Northern has employed a technology strategy of "innovation" rather than "breakthrough;" that is, it has typically invested in a particular technology only when that technology is sufficiently mature to be developed rapidly into marketable new products and services. (See Appendix 2 for details regarding definitions.) Northern has been remarkably successful with this strategy of innovation in digital switches, and the strategy appears to be working well in fibre optics as well. Nevertheless, and although the strategy has resulted in substantial revenue growth, Northern is still vulnerable to the effects of fundamental breakthroughs in core technologies by competitors able to invest far more than Northern itself in basic research. Take, for example, the investment of Japanese firms, such as Fujitsu, in photonics research.

With few exceptions, the strengths of the smaller product development companies in Canadian industry reside in their technology and, given the technological excellence of their products, in their ability to identify and fill market niches. Heavy spending on R&D is required, however, to maintain a long-term competitive position. Accordingly, with their particular product-development R&D focus, these companies can be said to employ a technology strategy of innovation within their market and product niches.

However, although they rely on a similar strategy of innovation, these smaller Canadian product development firms face quite different R&D challenges than those of Northern Telecom. For example, they sometimes express concerns that their small sales volumes prevent them from investing sufficiently in R&D to compete with such giants as AT&T, Northern, or Siemens. Nevertheless, by carefully targeting R&D spending to capture and sustain competitive advantages, many of these firms have been remarkably successful against the big systems houses. Their success is the result of developing leading-edge products that enable them to gain global leadership in certain market and product niches. Thus their R&D investments, while not necessarily large in absolute terms, are typically a substantial proportion of their revenues and must be carefully focused.

Mitel, for example, has been the leading supplier of small, under-100-line PBXs in the United States and Canada since the early 1980s, as well as having strong sales of these products in Europe.[35] At least some of Mitel's recent difficulties can be traced to its move out of that market niche and into larger systems, where R&D costs are much greater and where Mitel must compete directly against suppliers who have many products and sizeable R&D budgets.

Much of the R&D in the Canadian telecommunications industry is conducted in the software area. For example, both Northern Telecom and Gandalf say that software development accounts for about 70 per cent of their R&D. Some companies, however, claim that their R&D programs are delayed by the shortages of people in Canada with appropriate software development skills.

The development of the technology strategies of the Canadian telecommunications sector, as summarized in Figure 1, shows that the sector's overall strategy can be described as one of innovation; that is, of building on available technology through incremental research, so as to produce new

products and services, in order to obtain a greater market share or to maintain a competitive edge. Based on findings from other studies in the Science Council's Sectoral Technology Strategy Series, the telecommunications sector appears to be one of the very few sectors in Canada to use such a strategy of innovation.

This strategy of innovation can be contrasted with two alternative "models," characterized as "adopt and adapt" and "breakthrough." The adopt and adapt strategy — as its name suggests — means simply using existing technology to develop a platform for one's own products or processes, the implication being that a firm's products or processes will not be improved over those of its competitive rivals. In the breakthrough strategy, a firm's R&D is directed toward developing entirely new technology, unlike that of its rivals (see Appendix 2 for further details regarding framework analysis).

Impact of R&D on Business Strategies

The evolution of these technology strategies has, in turn, had a profound effect on the business strategies of Canadian firms in the telecommunications equipment sector. As Figure 2 illustrates, Canadian firms over the years have used four strategies, based on business practices of increasing levels of sophistication, to meet their client's needs. The first strategy — geared to achieving the lowest possible costs for standard products; that is, products that are essentially undifferentiated from those of a firm's competitors — was typical of the early 1980s, when Canada's regulated, monopolistic structure of telephone service, and the lack of competition, meant that demand for innovative products was limited. The second strategy — involving the development of products differentiated from those of one's competitors, by using proprietary technology acquired through R&D — is illustrated by Northern Telecom's decision, wise in retrospect, to develop digital-switching technology. Throughout the 1980s, this second practice proved increasingly valuable to the global telecommunications equipment market. The third strategy — involving anticipating and responding to a customer's emerging needs while developing an understanding of the evolving marketplace — typifies the practices found in the deregulated environment of the early 1990s. The fourth and final strategy — with its need for a total systems capability that can both anticipate customers' needs and develop the full range of proprietary technology required to underpin new products and manufacturing processes — means that a company must learn to develop its own new products, respond to the marketplace, and anticipate new needs — all with a view to the lowest-cost manufacturing capability. Successful firms will likely be using this last strategy in the year 2000.

In fact, it is R&D that has provided the modern Canadian telecommunications firm with its necessary capabilities, and, hence, its competitive edge. The Canadian telecommunications sector, moreover, is one of the few Canadian sectors about which this can be said.

Figure 1. Technology strategies of Canadian firms in the telecommunications equipment sector

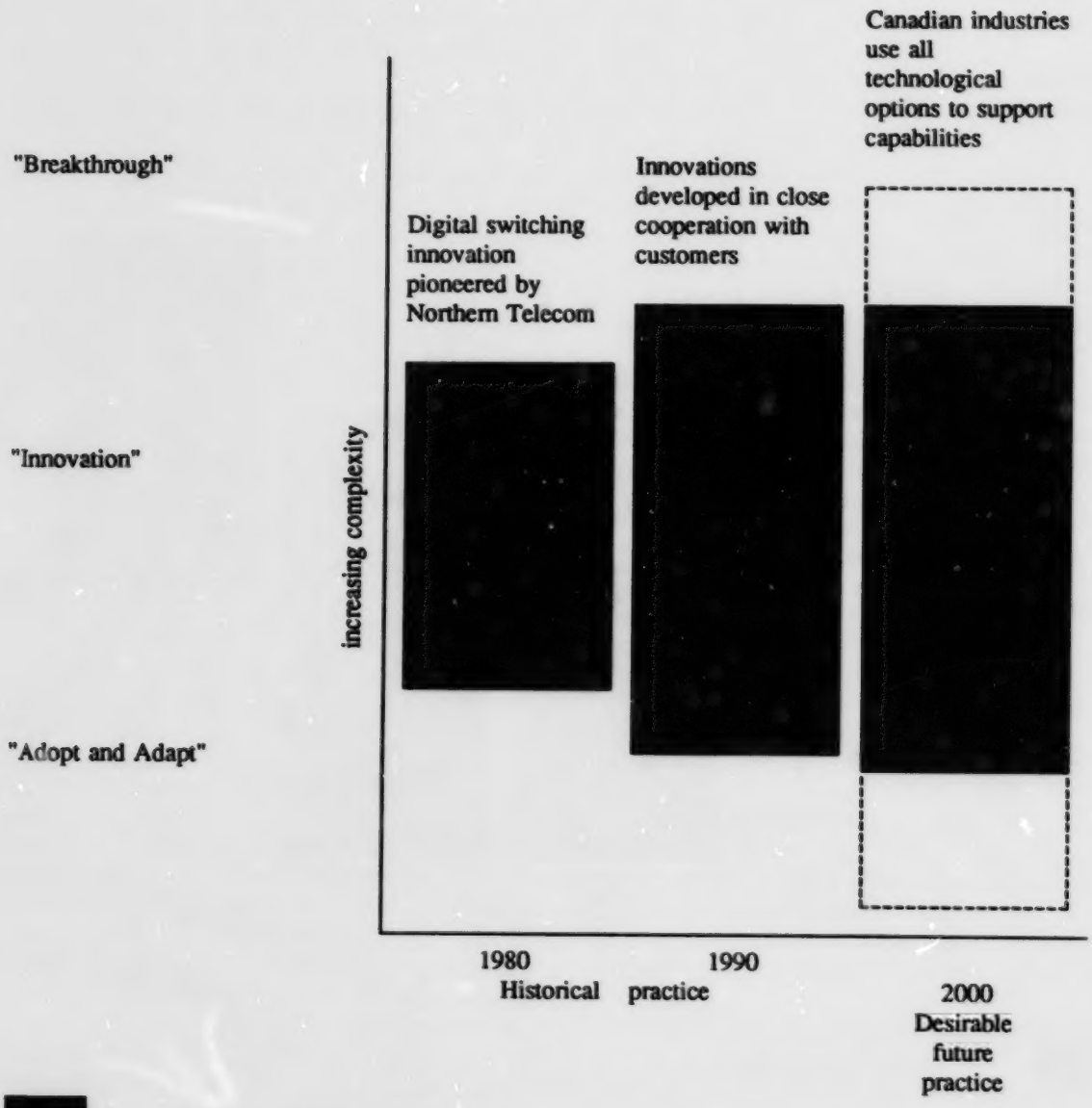
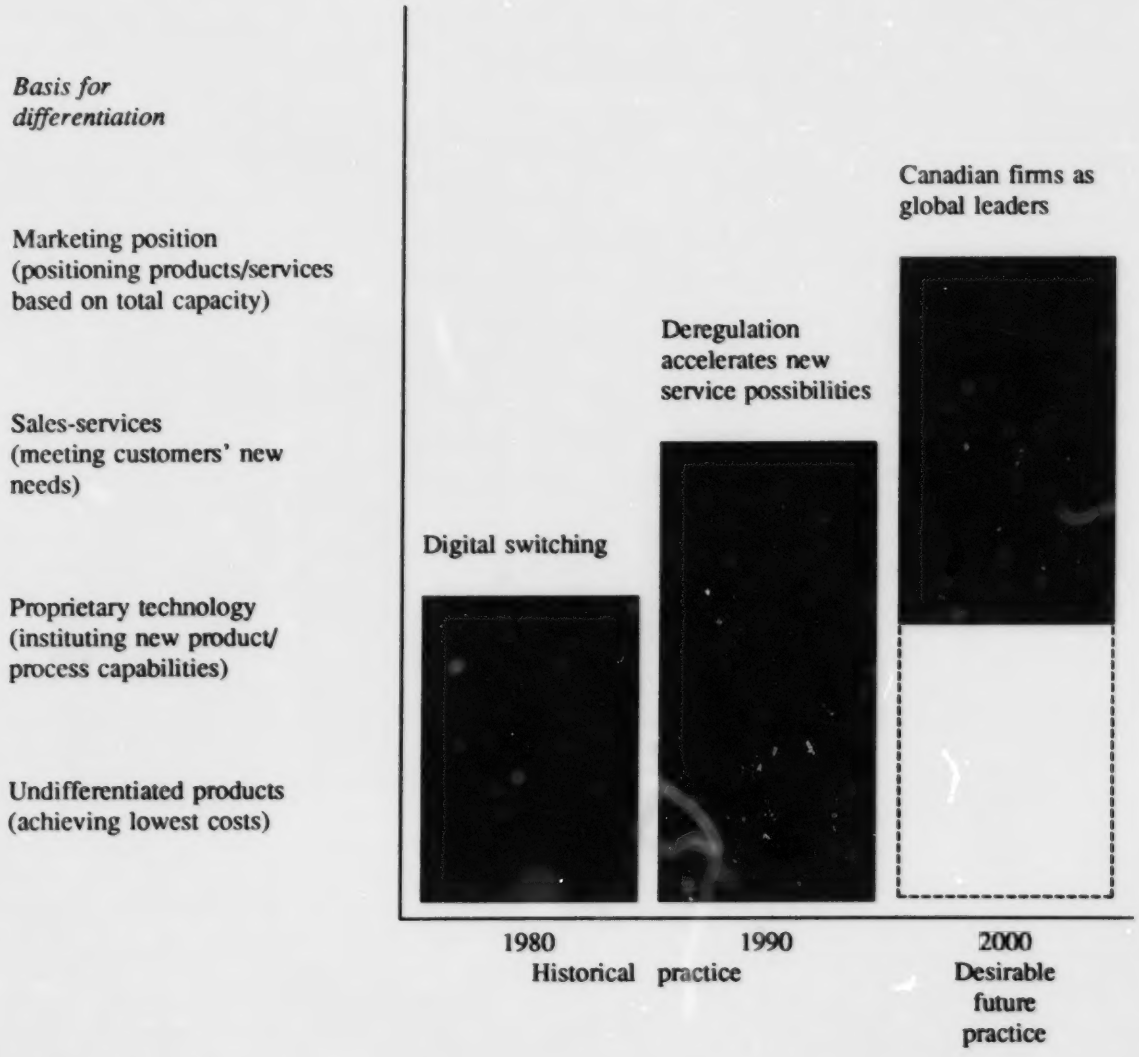


Figure 2. Business strategies of Canadian firms in the telecommunications sector



Challenges and Opportunities in the Canadian Telecommunications Sector

Historically, Canada has had one of the best and most advanced telecommunications systems in the world. However, if Canadian equipment suppliers are to continue to set the pace in telecommunications technology and if Canada's service providers are to continue to be represented at the leading edge in telecommunications services, Canadian firms will have to play a larger role in the global market for telecommunications equipment and services.

Attacking the Global Market

Northern Business Information projects that the Canadian telecommunications market will roughly double — from $12.8 billion in 1988 to $26.0 billion by the year 2000. However, NBI estimates that, as other countries modernize, Canada's relatively mature telecommunications market will also decline proportionately — from the present 4 per cent of the world market, to approximately 3 per cent by mid-decade, and about 2 per cent by the turn of the century.[36] Clearly, if Canada's telecommunications industry is to grow meaningfully, Canadians will have to sell a great deal in foreign markets.

Canadian hardware suppliers will have to work hard to increase their share of the foreign market. Some, in fact, are already clearly focused on global markets. Gandalf, for example, sold 70 per cent of its products outside Canada in 1989, while Northern Telecom annually sells about two-thirds of its products offshore.[37] In addition, Newbridge, with a distribution network that extends throughout 40 countries, is aggressively pursuing a global strategy. Many Canadian suppliers, however, have limited exposure abroad.

In the years ahead, Canadian companies will face the challenge of new technologies being developed elsewhere; they will have to learn to deal with the subsequent effects on the telecommunications industry. These new technologies may come from different countries or different industries. The fact that Japanese companies are investing heavily in photonic computer technology, for example, should mean the development of much faster switching than is available using current electronic technology. Unfortunately, Canadian firms, by themselves, do not have sufficient funds to invest in the basic research needed to develop such "breakthrough" technologies, photonic or otherwise. Moreover, as R&D in telecommunications becomes more sophisticated, enormous investments will be required to achieve a major technological advance or "breakthrough." Thus substantial market-entry barriers — in the form of "thresholds," below which R&D is not feasible — will be erected and only large firms will be able to meet the demand for resources.[38]

However, Canada's biggest challenge — indeed the future of Canadian telecommunications — lies not in hardware but in the global service sector. That sector, by far the largest segment of the international market, offers many of today's major growth opportunities. Indeed, if Canada's equipment industry is to achieve its growth targets, it will need a dynamic service sector from which to launch new products into the international marketplace.

The small size of the Canadian market means that the bulk of its telecommunication services must be exported. Today, Canada exports very few services. Its regulated telephone companies remain as local monopolies, confined largely to the geographic territories they serve, with the exception of a Bell Canada project in which Mexico is being helped to establish a cellular network and to manage its wireline network. In contrast, other national service providers, such as British Telecom and AT&T, are now moving aggressively into the international marketplace. As for Canadian carriers, rather than

attacking export markets, they are actually losing domestic business to foreign competitors. For example, businesses find it cost-effective to route calls through the United States, the upshot being that U.S. carriers are increasingly being used for transCanadian and international traffic.

If the Canadian telecommunications industry is to strengthen its competitive position, it must focus on significantly increasing its exports — both products *and* services. Fortunately, the industry is well positioned to achieve substantial export growth. For instance, in telecommunications equipment, Canada already has an important world-market position and some of the best laboratories anywhere. Northern Telecom, for one, is the world's leading supplier of digital central office switches. In addition, some Canadian companies, such as Newbridge, are aggressively pursuing a global strategy and are having remarkable success. (Newbridge sales grew from C$17.6 million in the 1987-88 fiscal year to C$121.2 million in the 1989-90 fiscal year.) As for services, Canada's public carriers are among the world's leaders in offering strategically important new services, such as cellular telephony.

The cellular telephone market is an excellent example of a rapidly expanding area that Canada's service and equipment suppliers are well positioned to exploit. But Canadian companies will have to move quickly. Some nations with inadequate telecommunications systems, such as Mexico and the Eastern European countries, are already moving to cellular networks as an alternative to modernizing their conventional network infrastructures. Moreover, as of the fall of 1990, Hungary, Czechoslovakia, and the Soviet Union had already licensed U.S. regional operating companies to participate in their domestic cellular networks. Poland was ready, as well, to announce its plans for foreign partnerships.[39,40]

Cracking world markets will not be easy. Many of the companies with which Canada must compete are large and powerful, with prodigious cash flows for funding R&D. (Compare, for example, Northern Telecom's R&D expenditures of $769 million in 1988, with those of Siemens: $3.640 billion; NEC: $3.496 billion, and AT&T: $2.572 billion.[41]) In addition, Canadian companies often find themselves competing with powerful foreign governments, directly (as in the case of the Deutsche BP Bundespost and France Telecom, for example) or indirectly (as in the case of national champions such as Siemens and Alcatel). Governments are quite capable of exerting enormous amounts of political and economic leverage on Canada's target customers.

Responding to the Challenge

The Canadian telecommunications industry needs help in attacking the global market. Canada can respond, first, by developing technology strategies for innovation; second, by changing the regulatory environment to enhance the domestic market; and, third, by establishing international marketing networks to promote, sell, and distribute Canadian products.

Developing Technology Strategies for Innovation

To ensure a prosperous future for Canadians and to finance the country's social programs, Canadian governments must ensure sustainable employment and profits in the high-growth industries of the future. If its telecommunications industry is to remain at the leading edge in developing and applying new technology, Canada must be assured of new market opportunities. But because of the small size of the Canadian market, substantial growth in telecommunications will only come from capturing export markets. In terms of sales volumes, domestic markets alone, although important facilitators, will not figure highly in enabling Canada to achieve its industrial goals in telecommunications.

Canada needs to foster an environment to encourage the creation of innovative, leading-edge, telecommunications companies and to stimulate their expansion into international markets. Canada's host of telecommunications equipment firms — ranging from Northern Telecom to small, innovative

companies at the cutting edge in specific market niches — are already well positioned to expand into a global market increasingly focused on product variety and customer service. They must have help, however, if they are to remain competitive.

Canadian governments and the telecommunications industry need to work together. Strategies must be developed that will permit and encourage Canada's telecommunications industry to move aggressively to capture a significant, and growing, share of the world telecommunications market. The Canadian government should encourage the formation of consortia of industry, government, and university researchers to conduct basic research in areas that would help the companies develop and commercialize new technologies.

Canadians, themselves, could then concentrate on becoming the "most demanding customers" of the Canadian telecommunications companies. Over the years, Canadian firms have worked closely with potential customers to develop innovative products and systems for specific needs and, in many cases, the resulting R&D has been customer driven. But the companies serving international markets have had to decentralize their R&D to some extent, in response to the needs of their foreign customers. More of this R&D might remain in Canada, if the Canadian market were to act as the Canadian industry's own "most demanding" customer.

Changing the Regulatory Environment

Canada also needs a domestic environment that will encourage its suppliers and service providers to become global leaders in telecommunications technology. Governments could make a substantial contribution to such a development by removing regulatory roadblocks — both technical (for example, limited spectrum) and marketing (for example, regulated routing of telephone calls) — that stifle competition and innovation. For instance, regulators have opened up more spectrum, offering Canadian companies an opportunity to compete in developing the Personal Communications Network (PCN), much as the British are doing. They could allow the Canadian industry to take full advantage of leading-edge technologies, such as fibre optics, by having cable television and telecommunications services delivered over the same cables.

Canada needs to proceed with deregulation, to unleash its Canadian companies to compete both at home and abroad. Canada's policies should foster a domestic competitive market in which Canada's own manufacturers and service providers can sharpen their skills. Its policies should also encourage Canadian companies to move aggressively into international markets, while ensuring that they can compete there on a level playing field. In other countries, former national monopolies such as BT, NTT, and AT&T, strengthened by domestic competition, are moving aggressively into international markets. Canadian regulators need not be deterred by concerns that a competitive marketplace would be incapable of providing low-cost, universal access to basic telephone service. The U.S. experience demonstrates that competition in telecommunications services can be introduced without sacrificing universal service or low-income subscribers.[42]

Several small steps have already been taken that should help the Canadian market to open up to competition. For instance, the CRTC has decided to allow direct private lines to Teleglobe Canada's satellite network, rather than insisting on intermediary connections through a telephone company's long-distance network. So far, however, progress has been minimal compared with other jurisdictions.

In short, the development of an internationally competitive industry in Canada will require a realignment of government priorities. Top priority will have to be given to telecommunications deregulation, both domestic and international. Two options are available in this regard.

- Federal and provincial governments can deregulate the Canadian telecommunications industry, thereby opening up new hardware and service opportunities at home and making the Canadian telecommunications industry more competitive abroad.

- The Canadian government can press international regulatory bodies, such as the International Telecommunications Union, as well as Canada's major trading partners, to deregulate foreign and international telecommunications markets to the maximum, thus creating more export opportunities for Canadians.

Maximizing Political Support

Many countries consider telecommunications a strategic technology and give it effective political support. They use political leverage and cross-link issues. They send high-profile political leaders abroad to sell products and services. To succeed in the global telecommunications market, Canada must use every ounce of political leverage it can muster. Two options are available:

- Canadian foreign-policy makers can use all the available political and economic leverage to create sales opportunities for Canadians in international markets and to maximize the volume of Canadian telecommunications exports.

- Canadian governments and industry can take advantage of fast-breaking opportunities in new markets, such as Latin America, Eastern Europe, and the Soviet Union. In Eastern Europe, for example, Canada can position itself as relatively neutral; that is, not attach itself to a Great Power trying to take advantage of the Soviet retreat, nor link itself to a resurgent Germany trying to re-establish Central European dominance. Such opportunities, however, will not last forever. As suppliers, Spain, Italy, France, and Sweden are equally palatable to the emerging countries.

It is critical to remember that breaking into these markets may require a certain level of direct investment in the countries in question. To this end, Canadian government support is imperative, including the use of export credits, Canada's foreign-aid budget, and barter deals.

Appendix 1. Telecommunications Equipment: Global Markets and Suppliers

Telecommunications equipment can be divided into two broad areas: public network equipment and private network equipment. The market in public network equipment is dominated by central office switches and transmission products; strong growth is projected in both these product lines. In private network equipment, data communications equipment and private branch exchanges (PBXs) have the largest sales. Strong growth is forecast in data communications with moderate growth in PBX sales.

Public Network Equipment

Central Office Switches

Digital central office (CO) switches and their ancillary equipment constitute computerized telephone exchanges. They are large, often filling whole floors of buildings, and can cost in the 10s of millions of dollars. Central office products and their ancillary software and subsystems control the network and manage its throughput. Every company that can afford them is on the lookout for the cheapest COs, with the best throughput management facilities, much as one shops around for the best-priced computer with the latest in performance.

The R&D requirements of CO products are prodigious; just developing the base technology would today cost at least $2 billion. To enter the U.S. market successfully (that is, to gain a 10-percent market share), would cost another $2 billion or so, including the costs of building an effective sales and service organization.[43]

Today's market is relatively mature. Companies not installing well in excess of five million lines' worth of telephone exchanges a year will not generate the cash flows necessary to make the leap to the next generation of equipment. Nor will they be able to build an effective support infrastructure.[44] In recent years, as the costs of staying in the market have mounted and companies have exited the field, the number of suppliers has thinned greatly.

Until recently, most markets outside the Third World were completely closed, with the PTTs tied to their national suppliers. Liberalization and technological change, however, have successfully pried many PTTs from their prized suppliers. Nevertheless, the CO market remains highly political: countries view telecommunications as a vital strategic industry and continue to exercise control over service and equipment markets.

Growth in the market for central office-switches will depend on the network service suppliers' replacement timetable for analog switches as well as the financing available in developing countries.[45] Table A-1 shows the 1988 revenues of the top five central office suppliers.

Transmission Products

Transmission products constitute the glue of the network. They include digital cross-connects, digital loop carriers, fibre terminals, and wire and cable products.

Because of the heterogeneous nature of the industry, niches in this area can be successfully exploited by firms with limited profiles elsewhere in telecommunications, such as Rockwell International.

Most companies in the transmission market focus their R&D carefully. The Japanese, however, who have a hard-hitting agenda, are using the transmission market to position themselves for post-electronic, or photonic, product markets. By gaining expertise in fibre terminals and transmission systems, suppliers such as Fujitsu and NEC hope — just as soon as optical computing, and therefore

Table A-1. Top five companies in central office switches: telecommunications equipment revenues (1988)

Company	Central office product revenues (U.S.$ billions)
AT&T	3.07
NTL	2.91
Alcatel	2.89
LME	2.77
Siemens	2.07

Source: Northern Business Information/Datapro, "The role of research and development in the telecommunications industry worldwide," contract report for the Science Council of Canada, 1989 (unpublished), 84.

optical switching, become a reality — to be able to move quickly to crush Alcatel, AT&T, Northern Telecom, and Siemens. But this strategy may not pay off for a decade or more. The consensus among industry analysts is that, although optoelectronics may dominate the 1990s, pure photonic systems will not become a market reality before the next century.

One advantage of the transmission market, from the suppliers' perspective, is that it is relatively apolitical. For example, AT&T cannot sell central office products in France, although it does sell its digital cross-connects there.

Growth in the transmission market will be fueled by the falling prices and improved performance of fibre optic-based systems.[46] However, as with the CO market, costs of entry into the transmission market are increasingly steep. For example, Northern Telecom claims that, by the time the last of its new line of fibre and optoelectronic products (known as "FiberWorld," and launched in October 1989) comes to market in 1992, it will have spent $1 billion on development.[47]

Table A-2 shows the 1988 revenues of the top-five transmission product suppliers. Northern Telecom, with transmission revenues of $571 million, was in seventh place.

Table A-2. Top five companies in transmission products: telecommunications equipment revenues (1988)

Company	Transmission revenues (U.S.$ billions)
AT&T	3.76
NEC	2.03
Alcatel	1.89
Siemens	1.81
Fujitsu	0.88

Source: Northern Business Information/Datapro, "The role of research and development in the telecommunications industry worldwide," contract report for the Science Council of Canada, 1989 (unpublished), 84.

Private Network Equipment

Private network products include private branch exchanges (PBXs), key telephone systems, modems, terminals, sets, even some services such as Centrex. These products are used to manage voice and data traffic for users of network services, typically businesses, governments, and other large nonresidential markets.

Increasingly, private networks are beginning to compete in both the equipment and service areas. Indeed, the recent widespread introduction of the Integrated Services Digital Network (ISDN) — an end-to-end digital network with out-of-band signaling — should give private networkers control over many public network functions.

The market for private-network equipment, spurred by new technology and the liberalization process, is expected to grow more quickly than the market for public network equipment.[48] In advanced markets, such as the United States, growth will come mostly from the addition of data lines and services to what has been largely a voice-only business.

As with the CO and transmission markets, market-entry costs are escalating for those companies wishing to offer a complete line of private network products. For example, large PBXs, which are similar in technology and capabilities to central office exchanges, require a similar multi-billion-dollar development and marketing investment. Serving the increasingly competitive and fragmented private-network equipment market requires a substantial sales and service organization as well.

Table A-3 shows the 1988 revenues of the top-five private-network equipment suppliers.

Table A-3. Top five companies in private network equipment: telecommunications equipment revenues (1988)

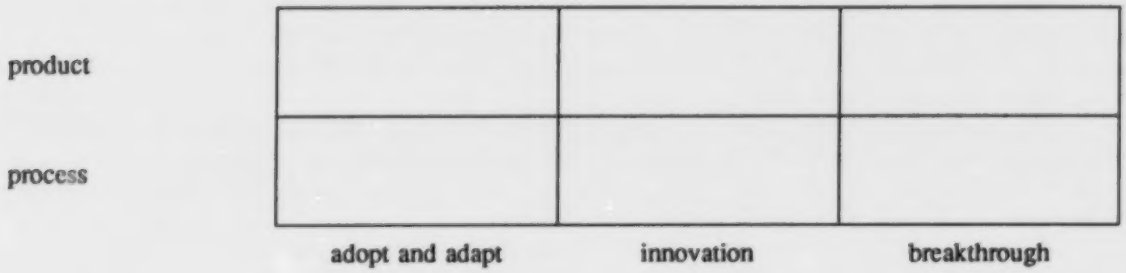
Company	Private network revenues (U.S.$ billions)
AT&T	7.92*
Siemens	6.25
Alcatel	2.46
NEC	2.29
NTL	1.31

Source: Northern Business Information/Datapro, "The role of research and development in the telecommunications industry worldwide," contract report for the Science Council of Canada, 1989 (unpublished), 84.

* This number should be treated with caution because it may include straight computer sales.

Appendix 2. Framework for Technology Strategies

As part of the methodology for analysing each sector, the Science Council of Canada sought whenever possible to assess company technology strategies according to the following framework:



Strategy Classes

Adopt and Adapt: Acquire a technology and adapt it to serve as a competitive platform.

Innovation: Incrementally improve on winning technology to get greater market share or maintain competitive edge.

Breakthrough: Seek to create a discontinuity in the marketplace, thereby leaping ahead of the competition.

The company case studies generally looked for at least seven key dynamics influencing a company's technology strategy:

- three internal dynamics:
  - competitive position,
  - capacity for innovation, and
  - strategy and vision; and
- four external dynamics:
  - customer demands,
  - competitive rivalry,
  - supply condition, and
  - available technology.

The methodology also incorporated essentially a three-step process for each sector. In the first step one or more contractors analysed the main elements in the competitive and R&D performance of the Canadian sector and its leading foreign competitors. The second step included evaluation of the contract report(s), discussion with contractors and other experts, additional in-house research, and preparation of a draft Council report. In the third step, external reviewers commented on one or more drafts of the Council report, which were then revised and refined as required, drawing on the advice of the liaison person for that sector on the project committee (see Acknowledgements). For some sectors, the third step also involved several external reviewers in a small workshop, one part of which helped

define some elements of a potential action plan for the sector. The report was then submitted for final approval to the Executive Committee of the Science Council, before being forwarded to Industry, Science and Technology Canada.

Notes

1. Pierre Hubert, Assistant Vice-President, Technology Research, Bell Canada, "L'informatique de demain: une question d'anticipation," speech at the Journée de l'informatique du Québec, 28 March 1990.

2. John Roth, President, Wireless Systems, Northern Telecom Limited, personal communication, 4 October 1990.

3. U.S. Sprint, news release, 27 September 1990.

4. Jeet Hothi and Dan Byron, *Market and Technology Trends in Mobile Communications*, (Ottawa: Communications Canada, 1990), i.

5. Ibid., 17.

6. Douglas C. Cunningham, *The Canadian Cellular Telephone Industry: Fiction or Fact?* (Toronto: Burns Fry Limited, 1988), 2.

7. Jeet Hothi and Dan Byron, op. cit., 20.

8. Ibid., 57.

9. Northern Business Information/Datapro, "The role of research and development in the telecommunications industry worldwide," contract report for the Science Council of Canada, 1989 (unpublished), 5.

10. Ibid., 3.

11. Ibid., 9.

12. Ibid., 21.

13. "The office of the future: a survey of information technology," *The Economist*, (12 July 1986): 13.

14. John Roth, President, Wireless Systems, Northern Telecom Limited, personal communication, 4 October 1990.

15. Hudson N. Janisch and Richard J. Schultz, *Exploiting the Information Revolution: Telecommunications Issues and Options for Canada* (Montreal: Royal Bank of Canada, 1989), 8.

16. Jeet Hothi and Dan Byron, op. cit., 4.

17. Hudson N. Janisch and Richard J. Schultz, op. cit., 7.

18. Ibid., 10.

19. One industry analyst based in California, for example, suggests that Du Pont Corporation is the "most demanding customer" globally in telecommunications technology. The point is not that one company or another has the most sophisticated equipment; it is that private networks are definitely driving major innovations.

20. Hudson N. Janisch and Richard J. Schultz, op. cit., 16.

21. British Telecom marketing meeting, Toronto, 5 February 1991.

22. Northern Business Information/Datapro, op. cit., 18.

23. Ibid., 30.

24. Ibid., 68.

25. Northern Business Information/Datapro, op. cit, 34.

26. Ibid., 37.

27. NGL Consulting Ltd., *A Proposal towards a Strategic Plan for the Canadian Telecommunications Equipment Industry, Part 1* (Ottawa: Industry, Science and Technology Canada, 1990), 7.

28. Northern Business Information/Datapro, op. cit., 40.

29. Ibid.

30. Jeet Hothi and Dan Byron, op. cit., 10.

31. Industry, Science and Technology Canada, *Industry Profile: Telecommunications Equipment* (Ottawa, 1988), 3.

32. Industry, Science and Technology Canada, *Selected Science and Technology Statistics*, (Ottawa, 1989), 16.

33. Northern Business Information/Datapro, "Strategic alternatives to enhance the growth of the Canadian telecommunications industry," contract report for the Science Council of Canada, 1990 (unpublished), 13.

34. Bruce McDougall, "Digital Dreamers: Scientific Entrepreneurs Have Placed Ottawa on the High-tech Map," *Small Business* 5 (December 1986): 20.

35. Mitel Corporation, *1989 Annual Report* (Toronto, 1989), 3.

36. Northern Business Information/Datapro, op. cit. (note 33), 3.

37. NGL Consulting Ltd., op. cit., ii.

38. For discussion of economies of scale and scope in R&D, see: David Charles, Peter Monk, and Ed Sciberras, *Technology and Competition in the International Telecommunications Industry* (London: Pinter, 1990), 25-26.

39. Mark Newman, "Mobile Phones Quick Fix for Eastern Europe," *Financial Post* (29 October 1990): 36.

40. Daniel Kadlec, "Analysts Like U.S. West's Number," *USA Today* (24 October 1990): 3B.

41. Northern Business Information/Datapro, op. cit. (note 9), 85.

42. Hudson N. Janisch and Richard J. Schutz, op. cit., 30.

43. Northern Business Information/Datapro, op. cit. (note 9), 58.

44. Ibid.

45. Organization for Economic Cooperation and Development, Working Party on Telecommunications and Information Services Policies, *Telecommunications Equipment: Impact of Changing Market Structures*, (Paris, 15 May 1990), 8.

46. Ibid.

47. Gerry Blackwell, "Northern Lights," *Canadian Business* (March 1990): 40.

48. Organization for Economic Cooperation and Development, op. cit., 8.

Conseil des sciences du Canada

Science Council of Canada

SÉRIE « STRATÉGIES SECTORIELLES EN MATIÈRE DE TECHNOLOGIE »

N° 1

Les télécommunications au Canada

SÉRIE «STRATÉGIES SECTORIELLES EN MATIÈRE DE TECHNOLOGIE»

N° 1 LES TÉLÉCOMMUNICATIONS AU CANADA

Conseil des sciences du Canada
100, rue Metcalfe
Ottawa (Ontario)
Canada K1P 5M1

N° de catalogue : SS25-1/1-1992F
N° d'ISBN : 0-662-97342-9
©Ministre des Approvisionnements et Services, 1992

Table des matières

Faits saillants v
Historique de la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» viii
Commentaire sur la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» et sur les objectifs de la R-D ix
Liste des rapports de la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» xi
Remerciements xii

Introduction 1

Le secteur mondial des télécommunications 2
- L'évolution du marché : émergence de marchés mondiaux concurrentiels 2
  - Le cadre réglementaire : la libéralisation du marché 2
  - Les moteurs de la technologie 3
- Le marché mondial des télécommunications : taille et portée 5
- Le secteur mondial des télécommunications : restructuration 8
  - Le secteur des services 8
  - Le secteur du matériel 11
- Le secteur mondial des télécommunications : stratégies en matière de R-D 14

Le secteur canadien des télécommunications 17
- Les fournisseurs canadiens de matériel de télécommunications 17
- Les entreprises canadiennes de télécommunications 17
- La R-D dans le secteur canadien des télécommunications 18
  - La R-D et les stratégies en matière de technologie 18
  - L'effet de la R-D sur les stratégies commerciales 20

Les défis et les débouchés du secteur canadien des télécommunications 24
- Conquérir le marché mondial 24
- Relever le défi 25
  - L'élaboration de stratégies d'innovation en matière de technologie 26
  - L'évolution du cadre réglementaire 26
  - Maximiser l'appui politique 27

Annexe 1 — Le matériel de télécommunications : marchés et fournisseurs mondiaux 29
Annexe 2 — Cadre d'analyse des stratégies en matière de technologie 33

Notes 35

Tableaux et figures

Tableau 1. Le marché mondial du matériel de télécommunications : valeur en dollars (1989, 1993) et taux de croissance 6
Tableau 2. Le marché mondial des services de télécommunications : valeur en dollars (1989, 1993) et taux de croissance 7
Tableau 3. Les composantes matériel et services du marché mondial des télécommunications : valeur en dollars et taux de croissance 7

Tableau 4. Les principaux fournisseurs de matériel de télécommunications : recettes totales des sociétés et ventes totales de matériel de télécommunications, 1988 13
Tableau 5. Niveaux et intensité des dépenses de R-D de certaines entreprises canadiennes de matériel de télécommunications, 1989 (en millions de dollars canadiens) 19
Tableau A-1. Les cinq premières entreprises de commutateurs de central téléphonique : recettes au titre du matériel de télécommunications, 1988 30
Tableau A-2. Les cinq premières entreprises de produits de transmission : recettes au titre du matériel de télécommunications, 1988 31
Tableau A-3. Les cinq premières entreprises de produits de réseau privé : recettes au titre du matériel de télécommunications, 1988 32

Figure 1. Les stratégies canadiennes en matière de technologie dans le secteur du matériel de télécommunications 21
Figure 2. Les stratégies commerciales des entreprises canadiennes dans le secteur des télécommunications 22

Faits saillants

- Les télécommunications constituent la base de la révolution de l'information et, à ce titre, représentent l'un des secteurs dont l'importance stratégique est la plus grande et la croissance, la plus rapide dans le monde.

- Le Canada joue un rôle de chef de file mondial dans ce secteur de haute technologie.

- Trois facteurs principaux sont à l'origine de marchés mondiaux concurrentiels dans le secteur des télécommunications : la tendance universelle à la libéralisation du cadre réglementaire, la croissance rapide de la demande de services de télécommunications existants et nouveaux, et les progrès technologiques rapides.

- Jusqu'à tout récemment, le marché mondial des télécommunications était dominé par des monopoles nationaux protégés, et les fournisseurs nationaux de matériel jouissaient d'une relation privilégiée avec leurs sociétés exploitantes nationales. La libéralisation du cadre réglementaire a ouvert le marché à la concurrence internationale, particulièrement aux États-Unis, au Royaume-Uni et au Japon.

- Au cours des années 1990, quatre innovations technologiques importantes — les communications numériques, la transmission par fibre optique, les communications sans fil et les technologies informatiques de pointe dans le domaine du matériel et du logiciel — continueront à susciter de profonds changements dans les réseaux et l'industrie des télécommunications.

- Il se développe une nouvelle structure industrielle formée de trois types de réseaux publics : les compagnies de téléphone traditionnelles, les entreprises de télécommunications complémentaires et les entreprises de télécommunications cellulaires. En outre, les réseaux privés connaissent une croissance rapide sur le marché des télécommunications de pointe.

- La concurrence dans le secteur des services de télécommunications s'accroît avec l'apparition d'entreprises de télécommunications complémentaires, d'entreprises de télécommunications cellulaires et de réseaux privés. Dans le cas de certains services, les compagnies de téléphone traditionnelles perdent une part du marché au profit de fournisseurs de services concurrents. Les compagnies de téléphone les plus dynamiques s'ouvrent des débouchés sur les marchés de services améliorés d'abonnés, de réseaux à valeur ajoutée et de réseaux internationaux.

- Dans le secteur des services de télécommunications, la concurrence sur les marchés mondiaux a stimulé l'innovation dans les domaines du matériel et des services.

- L'industrie du matériel de télécommunications fait l'objet d'une restructuration radicale. Une structure industrielle tripartite, formée des fabricants, des grands constructeurs de systèmes et des intégrateurs de systèmes, voit le jour. Chaque genre de société doit adopter une stratégie de recherche et développement (R-D) adaptée à ses capacités et aux marchés qu'il vise.

- Les fabricants travaillent étroitement avec leurs clients, utilisant des technologies établies afin de créer de nouveaux produits et de nouvelles applications pour des créneaux particuliers du marché. Ces sociétés recourent à des technologies clés acquises au moyen de brevets, d'alliances stratégiques

ou de partenariats de R-D. Afin de commercialiser leurs produits à l'échelle mondiale, il se peut qu'elles doivent entretenir des relations avec des intégrateurs de systèmes et des distributeurs.

- Les grands constructeurs de systèmes continueront à dominer le marché dans le cas des produits de base de réseaux, tels que le matériel et le logiciel des grands systèmes de commutateurs de central téléphonique. Afin d'obtenir les nouveaux produits et les nouveaux services nécessaires pour renforcer leur position sur le marché, ces constructeurs doivent travailler en étroite collaboration avec leurs clients traditionnels, c'est-à-dire les compagnies de téléphone, et avec de nouveaux clients, à savoir les exploitants de réseaux complémentaires et les entreprises de télécommunications cellulaires. Étant donné que les grands constructeurs de systèmes éprouvent de la difficulté à satisfaire aux exigences de plus en plus diversifiées des clients à la périphérie du réseau, ils pourraient devoir s'allier aux intégrateurs de systèmes qui possèdent une meilleure compréhension du marché international et à de petits fabricants qui peuvent adapter les applications à certains besoins du marché.

- Les intégrateurs de systèmes collaborent directement avec les usagers à l'installation et à la gestion des opérations; ils offrent des systèmes de communications personnalisés qui répondent aux exigences individuelles des clients. Il est donc essentiel pour eux d'entretenir des relations étroites avec les clients, particulièrement les plus exigeants. Ils doivent également entretenir des relations avec un vaste éventail de petits et de grands fabricants de matériel afin de pouvoir leur offrir les services les meilleurs et les plus à jour.

- Le secteur canadien des services de télécommunications se compose principalement des compagnies de téléphone régionales et des sociétés qui ont le monopole des communications interurbaines, des communications par satellite et des communications internationales, Telecom Canada, Télésat Canada et Téléglobe Canada. La réglementation empêche les compagnies de téléphone canadiennes de se livrer concurrence, et aucune entreprise de télécommunications complémentaire pour la transmission de la voix n'a pu être créée. Unitel (connue auparavant sous le nom de Télécommunications CNCP) est une entreprise de télécommunications complémentaire pour la transmission de données.

- Le secteur canadien du matériel de télécommunications se caractérise par la présence d'un constructeur de systèmes multinational (Northern Telecom), de quelques fabricants plus petits et de plusieurs intégrateurs de systèmes. L'industrie du matériel de télécommunications s'appuie donc sur une vaste expérience; de plus, elle est bien placée pour tirer profit de débouchés de plus en plus nombreux sur le marché mondial des télécommunications.

- On considère généralement dans l'industrie des télécommunications que les sociétés doivent consacrer environ 11 p. 100 de leurs recettes à la R-D visant la conquête de nouveaux marchés de produits et de services. Les fabricants canadiens de matériel de télécommunications atteignent ou dépassent généralement ce niveau de référence. Par exemple, en 1987, ces entreprises ont consacré 16,9 p. 100 de leurs recettes totales à la R-D.

- La stratégie adoptée par le secteur canadien du matériel de télécommunications dans le domaine de la technologie peut être décrite comme une stratégie d'innovation en matière de produits, et ce secteur particulier est l'un des rares secteurs canadiens à y avoir recours.

- Northern Telecom — y compris sa filiale Recherches Bell-Northern — joue un rôle prépondérant dans la R-D en télécommunications au Canada, et environ 80 p. 100 des dépenses totales de l'industrie au titre de la R-D lui sont attribuables. Northern Telecom utilise une stratégie de R-D axée sur l'innovation plutôt que sur des percées technologiques : avant d'investir dans une technologie particulière, elle attend que cette dernière puisse être convertie rapidement en produits et en services commercialisables. Non seulement la croissance continue de Northern Telecom témoigne du succès de cette stratégie, mais elle encourage aussi l'entreprise à financer les coûts de mise au point de nouveaux produits et systèmes.

- Les fabricants canadiens plus petits font face à des défis tout à fait différents en matière de R-D. Ils travaillent étroitement avec leurs clients pour mettre au point des produits d'avant-garde qui leur permettent de devenir des chefs de file mondiaux dans leur marché ou créneau de produit. En général, leurs investissements en R-D représentent une proportion considérable de leurs recettes.

- Les systèmes de télécommunications canadiens sont classés parmi les meilleurs et les plus modernes du monde. Toutefois, les entreprises canadiennes devront jouer un rôle plus important sur le marché mondial du matériel et des services de télécommunications pour que les fournisseurs canadiens de matériel puissent continuer de donner le ton dans la technologie des télécommunications et pour que les fournisseurs canadiens de services puissent demeurer à la fine pointe des services de télécommunications. Jusqu'à présent, de nombreux fournisseurs canadiens ont seulement eu des contacts limités avec l'étranger.

- Les services de télécommunications représentent le principal défi que doit relever le Canada. Ceux-ci constituent la plus grande partie du marché international et offrent bon nombre des principales possibilités de croissance.

- Les sociétés canadiennes sont bien placées pour pénétrer un marché mondial axé sur la variété des produits et le service au client. Le Canada doit promouvoir un milieu qui encourage la création d'entreprises novatrices et ultramodernes et l'expansion sur les marchés internationaux.

- Le gouvernement fédéral et les provinces devraient déréglementer l'industrie canadienne des télécommunications afin de favoriser la création de nouveaux débouchés en matière de matériel et de services au Canada et de permettre à l'industrie canadienne de devenir plus concurrentielle à l'étranger.

- Le gouvernement canadien devrait accroître les possibilités d'exportation pour les Canadiens, en insistant auprès des organismes de réglementation internationaux et des principaux partenaires commerciaux du Canada sur une déréglementation maximale des marchés de télécommunications étrangers et internationaux.

- Dans sa politique étrangère, le Canada devrait utiliser tous les leviers politiques et économiques à sa disposition afin de créer des débouchés pour les entreprises canadiennes sur les marchés internationaux.

- Les pouvoirs publics et l'industrie du Canada doivent tirer profit des possibilités sur les marchés d'exportation en pleine expansion tels que l'Amérique latine, l'Europe de l'Est et l'Union soviétique. À cette fin, il pourrait être nécessaire d'octroyer une aide gouvernementale par le truchement de crédits à l'exportation, de budgets d'aide extérieure ou d'accords de troc.

Historique de la série «Stratégies sectorielle en matière de technologie»

Dans la «nouvelle» économie des années 1990, les entreprises prospères à forte valeur des pays industrialisés sont mues par l'innovation et incitées à consacrer des fonds à de nouveaux produits et procédés. Elles axent de plus en plus leurs stratégies commerciales sur des connaissances et des compétences spécialisées pour adapter leurs propres technologies clés aux marchés particuliers.

Où se situe le Canada dans ce nouveau milieu en évolution rapide, où les alliances et les relations changent constamment? La faible capacité d'innovation de l'industrie canadienne est une préoccupation du Conseil des sciences du Canada depuis 1971, année où l'organisme a fait paraître le rapport *L'innovation en difficulté*. Le Conseil a exprimé à nouveau ses inquiétudes dans sa déclaration intitulée *Innovation sectorielle*, publiée en 1987. Concentrant alors son attention sur les mesures susceptibles d'être prises au niveau sectoriel, le Conseil affirmait :

> Les milieux industriels et gouvernementaux du Canada sont de plus en plus conscients du rôle clé joué par la technologie et la R-D dans la concurrence intérieure et internationale. Le Conseil des sciences considère qu'il incombe avant tout à l'industrie de relever le calibre de la technologie et d'accroître les activités de R-D au Canada. Néanmoins, les gouvernements peuvent venir en aide aux milieux industriels dans leurs efforts pour maintenir leur compétitivité à long terme à la fois en collaborant avec des entreprises individuelles et en bâtissant un consensus sur l'élaboration de stratégies d'innovation adaptées aux divers secteurs industriels. Il ne s'agit pas, pour les gouvernements, de dire aux entreprises ce qu'elles doivent faire, mais bien de favoriser la collaboration entre celles-ci dans une perspective d'autodéveloppement. Pour parvenir à un tel consensus sur la stratégie à adopter pour un secteur particulier, il faut établir une collaboration étroite et continue avec les industries sur le rôle actuel de la technologie et de la R-D dans le secteur, sur les perspectives de développement et sur la nature des sources, des stimulis et des formes d'innovation technologique. De toute évidence, pour réussir, il faudra élaborer des stratégies d'innovation distinctes pour chaque secteur de l'industrie. Le Conseil des sciences souhaite qu'en bâtissant ce consensus, on parviendra à déterminer les priorités, à établir les domaines qui se prêtent à la coopération et à élaborer un plan d'action.

Cet énoncé s'est révélé une étape importante de la décision qu'a prise par la suite le Conseil d'entreprendre un grand projet sur les stratégies sectorielles en matière de technologie.

En 1989, à un moment où l'état de la compétitivité canadienne suscitait beaucoup de préoccupations et où l'on s'interrogeait sérieusement sur le faible niveau des dépenses brutes affectées à la recherche et au développement au Canada par rapport à d'autres pays industrialisés, Industrie, Sciences et Technologie Canada (ISTC) a accepté d'assurer la plus grande partie du financement de ce projet. ISTC a aussi choisi les secteurs sur lesquels il souhaitait que porte le projet.

Chaque rapport de la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» s'inspire en partie d'analyses commandées par le Conseil des sciences du Canada à des entrepreneurs; celles-ci sont conçues pour révéler la dynamique de l'innovation technologique dans le secteur et celle des stratégies des sociétés en matière de technologie. Chaque rapport a aussi bénéficié dans une large mesure des observations et des conseils formulés par les nombreux experts externes des milieux d'affaires, universitaires et gouvernementaux, auxquels on rend hommage dans les remerciements.

Commentaire sur la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» et sur les objectifs de la R-D

La série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» porte sur 15 secteurs d'activité au Canada. À la lumière de l'analyse effectuée, le Conseil des sciences du Canada formule les commentaires suivants sur le rendement du Canada en recherche et développement (R-D) et sur l'établissement d'objectifs sectoriels de R-D.

- Regroupées par secteur, les entreprises canadiennes exécutent généralement beaucoup moins de travaux de R-D que leurs concurrents commerciaux. En pourcentage des ventes, la R-D représente, pour les entreprises canadiennes, entre le tiers et la moitié de ce qu'effectuent dans le domaine leurs principaux concurrents sectoriels sur la scène internationale. Parmi les secteurs étudiés, celui des télécommunications constitue toutefois une exception digne de mention.

- Pour certaines lignes de produits ou technologies particulières, il faut atteindre certains seuils minimaux absolus de R-D et de dépenses d'investissement avant que les efforts consentis puissent éventuellement rapporter. Il est évident que les seuils minimaux sont élevés dans certains segments de secteurs, tels que les télécommunications (commutateurs de central téléphonique), les pièces pour véhicules automobiles (fournisseurs de premier niveau), le pétrole et le gaz (normes des raffineries sur l'essence reformulée) et l'électronique (fonderies où l'on traite les circuits intégrés). De tels seuils absolus ne peuvent être exprimés clairement en tant que pourcentage des ventes.

- Dans la majorité des 15 secteurs étudiés, la faiblesse des sommes allouées à la R-D par les entreprises s'explique par le choix de la stratégie commerciale et technologique (qui élimine presque les entreprises canadiennes de nombreux segments de marché à plus forte valeur ajoutée), la taille relativement petite des entreprises canadiennes, le haut niveau des seuils absolus de dépenses au titre de la R-D qu'il faut consentir pour jouer un rôle prépondérant, surtout dans le domaine des stratégies technologiques novatrices, et le pourcentage de propriété étrangère dans les entreprises canadiennes (un facteur particulièrement important dans les secteurs des pièces et des véhicules automobiles).

- L'insuffisance de R-D au Canada par rapport aux autres pays n'est que l'un des nombreux facteurs qui nuisent à la compétitivité du pays. Parmi ceux-ci figurent les coûts des investissements et de la main-d'œuvre, la qualité technique, la commercialisation et la gestion. La contribution de la R-D, ou plus précisément de l'innovation technologique, est pourtant de plus en plus marquée dans l'économie mondiale, mais le Canada continue de tirer de l'arrière en ce domaine. Le faible niveau de R-D affecte tout particulièrement les secteurs canadiens qui reposent sur l'exploitation des ressources en réduisant leur compétitivité dans le cas des produits différenciés à plus forte valeur. Ces secteurs sont ainsi vulnérables aux fluctuations de prix défavorables, mais indépendantes de leur volonté, qui découlent par exemple d'une augmentation du taux de change.

- Les industries canadiennes disposent assurément d'un considérable potentiel d'accroissement de leurs investissements en R-D. Cependant, l'exploitation de ce potentiel dépend fortement de l'optique des dirigeants d'entreprises et de leur capacité d'utiliser la technologie de façon stratégique, d'accélérer le processus d'innovation dans l'entreprise, de travailler plus étroitement avec les fournisseurs et les «clients exigeants» d'un bout à l'autre de la chaîne de production, et de

se doter des ressources nécessaires pour innover davantage et faire de la R-D. Les entreprises canadiennes n'ont pas encore saisi pleinement les répercussions de la stratégie nouvelle, dite stratégie de l'«entreprise superefficace» ou du «producteur flexible». Pour adopter cette nouvelle stratégie, elles devront chercher à offrir le meilleur produit possible à leurs clients. Afin de répondre aux besoins de ces derniers, elles devront intégrer les compétences d'une main-d'œuvre aguerrie à une structure de direction souple qui stimule les initiatives de coopération, tant au sein des entreprises qu'entre les entreprises.

- Les sociétés canadiennes œuvrant dans les secteurs étudiés cherchent surtout à adopter et à adapter des technologies existantes. Elles ne font guère place aux stratégies d'innovation technologique (une fois de plus, le secteur des télécommunications fait exception à la règle) et à peine quelques-unes d'entre elles se tournent vers les stratégies de pénétration des marchés dans le but de renforcer leur position concurrentielle. Dans l'ensemble, les entreprises des 15 secteurs envisagés ne font que peu d'efforts de diversification en dehors des lignes de produits existantes, préférant plutôt accroître l'efficacité de la production.

- Les gouvernements peuvent établir des objectifs de R-D par secteur, dans l'espoir d'inciter les entreprises à accroître leur rendement, à modifier leur stratégie commerciale et à obtenir un plus grand engagement du secteur privé à l'égard de la R-D. Cependant, la R-D effectuée par le secteur privé ne sera valable que si elle s'accompagne d'un vaste ensemble d'initiatives communes des secteurs public et privé, depuis les techniques améliorées et la production accrue jusqu'au financement et à la commercialisation. L'intensification des activités de R-D ne sera productive que si elle va de pair avec une stratégie commerciale en matière de technologie plus élaborée et conçue minutieusement afin d'appuyer les objectifs commerciaux des entreprises. Sinon, ces dernières ne pourront pas rassembler les investissements complémentaires requis pour tirer profit de la R-D. C'est l'entreprise qui doit engager des ressources aux fins de la R-D.

- Il devient de plus en plus difficile d'établir des objectifs par secteur en matière de R-D, puisque des facteurs tels les progrès technologiques, les changements dans la réglementation et les restructurations commerciales ont pour effet de décloisonner les secteurs. Les grandes entreprises diversifiées qui sont au premier plan de la R-D industrielle contemporaine s'adonnent en effet à des activités de R-D qui pourraient relever de plusieurs secteurs. Citons, par exemple, la R-D dans le domaine des textiles et des matériaux réalisée par de grandes entreprises japonaises de l'acier, la R-D en électronique effectuée par les fabricants de véhicules automobiles, et la R-D sur les logiciels faite par les entreprises de télécommunications. Les gouvernements canadiens ont, à juste titre, favorisé une intensification des efforts de R-D au sein des industries du pays. Vu le rythme rapide des progrès scientifiques et des changements techniques, d'une part, et compte tenu du rôle de l'interdépendance des systèmes et de la synergie entre les techniques, d'autre part, l'établissement d'objectifs de R-D ne semble pas justifier l'effort soutenu, la coopération et, en dernière analyse, l'engagement nécessaires du gouvernement fédéral, des gouvernements provinciaux et des organismes privés.

Liste des rapports de la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie»

N° 1	Les télécommunications au Canada
N° 2	Les pièces automobiles au Canada
N° 3	Le fer et l'acier au Canada
N° 4	Les véhicules automobiles au Canada
N° 5	Le pétrole et le gaz naturel au Canada
N° 6	Les produits pétrochimiques et les résines au Canada
N° 7	Les banques au Canada
N° 8	Les métaux non ferreux au Canada
N° 9	Les produits forestiers au Canada
N° 10	La machinerie au Canada
N° 11	Les aliments et boissons au Canada
N° 12	L'énergie électrique au Canada
N° 13	Le génie-conseil au Canada
N° 14	L'électronique au Canada
N° 15	Les logiciels et les services informatiques au Canada

Remerciements

Le Conseil des sciences du Canada remercie les personnes et les organismes suivants, qui ont contribué à la préparation du présent rapport grâce aux conseils et aux renseignements qu'ils ont fournis : Northern Business Information, New York; Dennis Cunningham, président, Gandalf Ltd., Ottawa; Michael Leung, directeur, Prospection de la clientèle, Alberta Telecommunications Research Centre, Edmonton; Joan McCalla, directrice, Télécommunications, ministère de la Culture et des Communications de l'Ontario, Toronto; Lynne Mytelka, université Carlton, Ottawa; Roger Voyer, NGL Consulting Ltd., Ottawa; Paul Tisdall, The Network, Ottawa; Arthur Cordell, ministère des Communications, Ottawa; Pat Ganapathy et Ron Walsh, Industrie, Sciences et Technologie Canada (ISTC), Ottawa.

Les opinions et les conclusions contenues dans le présent rapport sont celles du Conseil des sciences du Canada et ne sont pas nécessairement imputables à d'autres personnes ou à d'autres organismes.

Le comité du Conseil des sciences du Canada qui a dirigé le projet se composait des personnes suivantes :

*John Roth, président, Systèmes sans fil, Northern Telecom (président du comité jusqu'en février 1991);
Simon J. S. W. Curry, directeur, Modélisation au niveau système, Recherches Bell-Northern Ltée (président du comité depuis février 1991);
Morrell Bachynski, président, MPB Technologies Inc.;
Richard Bolton, directeur général, Centre canadien de fusion magnétique, Institut de recherche d'Hydro-Québec;
Richard Dillon, principal, Alafin Consultants Ltd.;
Gerry B. Dyer, directeur de la recherche, Du Pont Canada Inc.;
J. Barry French, professeur, Institute for Aerospace Studies, université de Toronto;
James Gilmour, directeur de l'analyse des politiques, Conseil des sciences du Canada (membre d'office);
Gordon Gow, président-directeur général, Société internationale de l'Ontario;
Janet Halliwell, présidente, Conseil des sciences du Canada (depuis août 1990; membre d'office);
Geraldine Kenney-Wallace, présidente, Conseil des sciences du Canada (jusqu'à juillet 1990; membre d'office);
Bernard M. Leduc, chef de la direction scientifique et directeur régional, Wyeth-Ayerst Research — Canada;
Guy P. F. Steed, directeur des programmes, Conseil des sciences du Canada (membre d'office);
Andrew J. Szonyi, président, Canadian Resource Management Ltd.;
Graham Taylor, directeur, Politique en matière d'innovation technologique, Industrie, Sciences et Technologie Canada;
Hugh Wynne-Edwards, président, Terracy Corporation.

Le personnel du projet comprenait :

Rick Clayton, agent de projet et membre du comité du projet, Conseil des sciences du Canada;
Jean Reavley, attachée de recherche, Conseil des sciences du Canada.

* Chargé d'assurer la liaison avec le comité pour le rapport sur les télécommunications.

Introduction

Aujourd'hui, l'industrie canadienne des télécommunications est rentable. Les sociétés qui la composent sont des chefs de file en recherche et développement (R-D), et le secteur est l'un des plus innovateurs sur le plan technologique au Canada. En outre, le marché mondial des télécommunications est en croissance. On peut dès lors se demander si le secteur canadien des télécommunications peut continuer à croître et à prospérer.

Avec l'internationalisation croissante des marchés des télécommunications, les sociétés canadiennes doivent être prêtes et pouvoir se mesurer aux entreprises d'autres pays. Pour y arriver, il se pourrait qu'il faille apporter un certain nombre de changements fondamentaux dans l'industrie canadienne. Ainsi, les sociétés canadiennes seront-elles forcées d'augmenter leurs dépenses de R-D? De nouveaux types de relations en matière de R-D — par exemple, de nouveaux partenariats ou de nouvelles alliances — seront-ils nécessaires? L'évolution du marché favorisera-t-elle un recentrage sur le plan international?

Les principaux objectifs du présent rapport sont d'examiner les stratégies des grandes entreprises canadiennes de télécommunications en matière de technologie et de comparer la performance du Canada sur le plan de la R-D à celle de ses principaux concurrents commerciaux, en soulignant les grandes raisons des différences observées, le cas échéant, et l'incidence de ces écarts sur la compétitivité du Canada dans ce secteur.

Le secteur mondial des télécommunications

L'évolution du marché : émergence de marchés mondiaux concurrentiels

Les télécommunications et l'informatique sont au cœur de la révolution de l'information. Ces deux secteurs constituent l'une des industries dont la croissance est la plus rapide et l'importance stratégique, la plus grande dans le monde. Aujourd'hui, les télécommunications représentent l'un des rares secteurs de haute technologie — et peut-être le seul — où le Canada joue un rôle de premier plan à l'échelle internationale.

Trois facteurs clés sont à l'origine de la concurrence mondiale dans l'industrie des télécommunications : la tendance mondiale à une plus grande ouverture ou à la libéralisation du cadre réglementaire, la croissance de la demande de services de télécommunications, et les progrès technologiques rapides. Une foule de débouchés se présentent sur le marché mondial aux entreprises qui peuvent tirer profit de ces facteurs pour la recherche et le développement de nouveaux produits. Les perspectives de bénéfices sont excellentes. À long terme, ce sont les entreprises qui pourront axer leurs stratégies en matière de technologie sur la création de nouveaux produits qui profiteront de ce nouveau cadre.

Le cadre réglementaire : la libéralisation du marché

Jusqu'à tout récemment, le marché mondial des télécommunications était dominé par des monopoles nationaux protégés. La plupart des pays avaient leur propre organisme de postes, télégraphe et téléphone (PTT), ou un système administratif équivalent, qui avait la mainmise sur presque tout ce qui avait trait aux communications. En général, les fournisseurs de matériel nationaux jouissaient de relations privilégiées avec leurs sociétés exploitantes nationales. En outre, la relation étroite qui existait entre les PTT et les vendeurs nationaux protégeait les fournisseurs de services et de matériel du pays, tout en favorisant la compatibilité du réseau national et un service universel.

Aujourd'hui, une tendance à la libéralisation du marché se manifeste dans l'ensemble de l'industrie internationale des télécommunications, ouvrant le marché à la concurrence. Aux États-Unis, l'arrêt *Carterfone* rendu en 1968 a lancé pour de bon le processus de déréglementation et de cession d'actions. Cette décision a eu pour effet de permettre aux abonnés de raccorder leur propre matériel au réseau téléphonique et a abouti, en 1984, au démembrement du conglomérat américain de Bell.

L'idée de passer d'un monopole à la libéralisation du marché s'est également répandue dans d'autres régions du monde. Au Royaume-Uni, par exemple, une loi votée en 1981 a ouvert ce marché à la concurrence et, en 1983 (après que le Parlement eut décidé de privatiser British Telecom, les PTT du pays), Mercury Communications Limited est devenu un fournisseur de services de télécommunications concurrent de British Telecom. Au Japon, la Nippon Telegraph and Telephone (NTT) Corporation, qui était autrefois PTT appartenant à l'État, a été privatisée et une loi a ouvert la porte à des fournisseurs de services concurrents. Dans de tels cadres réglementaires nouvellement libéralisés, l'introduction de services concurrentiels s'est traduite par un relâchement des relations entre les fournisseurs de matériel nationaux et les sociétés exploitantes.

La libéralisation croissante du marché mondial des télécommunications représente des débouchés sans précédent pour les fournisseurs de matériel et de services. Par ailleurs, les entreprises doivent bien entendu soutenir la concurrence — et conquérir de nouveaux marchés — sur un marché mondial de plus en plus concurrentiel.

Les moteurs de la technologie

La libéralisation du marché résulte en grande partie des progrès rapides et d'une grande portée de la technologie des télécommunications. Dans les années 1980, il y a eu trois innovations technologiques majeures — les communications numériques, notamment les commutateurs numériques, la transmission par fibre optique et les communications sans fil — qui ont engendré de profonds changements au sein des réseaux de télécommunications et de l'industrie des télécommunications dans le monde entier. Ces trois innovations, ainsi que les technologies de pointe des logiciels et du matériel informatique connexe, continueront d'être les moteurs de l'industrie des télécommunications dans les années 1990.

Les communications numériques

Les commutateurs numériques, qui sont en réalité des ordinateurs numériques spécialisés, ont été introduits à la fin des années 1970 et au début des années 1980. Ils ont permis de reconfigurer les réseaux et d'ajouter de nouvelles fonctions, au moyen de modifications relativement simples de leurs logiciels. La technologie numérique facilite l'introduction d'une faculté d'adaptation de l'intelligence logique, non seulement dans les machines, mais aussi dans les terminaux de télécommunications. Ce qu'on appelle ici intelligence sert de base à un contrôle accru par le client des réseaux et au déploiement de nouveaux services performants. Par exemple, la capacité du réseau numérique d'afficher le nom et le numéro de l'appelant sur le dispositif d'affichage de l'abonné peut être extrêmement précieuse pour un organisme de ventes et de services, surtout lorsque l'intelligence contenue dans le terminal de l'abonné permet d'afficher à l'écran du terminal les relevés de compte du client.

Dans les pays avancés, l'adoption de la technologie numérique se poursuit. Par exemple, au Canada, 85 p. 100 des circuits interurbains de Bell Canada et 35 p. 100 de ses lignes locales utilisent maintenant la technologie numérique jusqu'au combiné. D'ici 1995, le réseau entier de Bell Canada sera virtuellement numérique[1]. Au Royaume-Uni, 99 p. 100 des lignes réseaux sont déjà numériques[2].

La transmission par fibre optique

C'est seulement dans la dernière moitié de la décennie 1980 que tous les effets de la deuxième innovation majeure — la fibre optique — se sont fait sentir. La transmission par fibre optique s'effectue des milliers de fois plus vite que la transmission par fil de cuivre. Jusqu'à récemment, toutefois, la fibre n'était rentable que pour les réseaux interurbains utilisant une grande quantité de fibre, mais la situation change. Les systèmes utilisant la fibre optique et des dispositifs optoélectroniques commencent finalement à rivaliser sur le plan des prix avec les systèmes à base de fil de cuivre, et ce, même jusqu'à l'emplacement de l'abonné. Par conséquent, le marché des produits à base de fibre optique connaît une expansion rapide, et la fibre est de plus en plus utilisée pour les services assurés au sein des réseaux de télécommunications.

La fibre optique et les communications numériques assurent un traitement de l'information à grande vitesse et une transmission à large bande dans tout le réseau. Non seulement les opérateurs et les usagers de réseau peuvent effectuer leurs opérations actuelles plus vite, mais ils peuvent aussi accomplir des opérations entièrement nouvelles. Du point de vue de la compagnie de téléphone, ces technologies permettent d'avoir un réseau dont l'exploitation est plus simple et plus rentable. Par ailleurs, le réseau est beaucoup plus souple et performant. Dans l'avenir, les compagnies de téléphone pourront donner aux clients l'accès sur demande à une gamme de services beaucoup plus vaste que celle qui est actuellement offerte.

Pour les usagers, les nouvelles technologies se traduisent par un accès à des services nouveaux plus performants. Elles leur assurent aussi un contrôle supérieur de leurs réseaux de

télécommunications, y compris des options de services améliorés, des configurations de matériel et la facilité d'entretien.

La vidéoconférence est un bon exemple de la possibilité d'améliorer le service. Non seulement elle est chère et peu pratique aujourd'hui, mais les installations de communications spéciales et coûteuses doivent être réservées longtemps à l'avance. Toutefois, avec les nouvelles technologies de réseau, il pourrait devenir aussi simple d'avoir accès à des services à large bande, tels que la vidéoconférence, que d'effectuer un appel téléphonique : l'usager composerait simplement un indicatif, et le service serait offert sur-le-champ.

La transmission de trame, progrès technologique offrant un canal de communications rapide et efficace pour la liaison de réseaux locaux par l'intermédiaire de réseaux longue distance, est une autre amélioration importante du service. Bien que les réseaux locaux soient devenus la méthode préférée utilisée pour relier les ordinateurs de bureau, leur interconnexion s'est révélée difficile jusqu'à récemment. (En réalité, ces interconnexions présentent encore des problèmes aujourd'hui.) Cependant, en septembre 1990, U.S. Sprint a présenté des plans visant à utiliser son réseau à fibre optique afin d'offrir le premier service public de transmission de trame. Cette société a aussi annoncé un nouveau service qui permettra aux usagers de vidéoconférence et d'imagerie médicale de composer le volume exact de capacité de transmission nécessaire pour obtenir des images claires[3].

Aujourd'hui, l'infrastructure de la technologie des communications numériques est bien établie dans les pays occidentaux avancés. En outre, à l'heure actuelle, la fibre remplace rapidement le cuivre dans les liaisons de transmission. Au cours des années 1990, ces technologies devraient avoir un effet sensible sur tous les aspects des réseaux publics de télécommunications, ouvrant de nombreux débouchés nouveaux aux fournisseurs de matériel et de services de télécommunications.

Les communications sans fil

La troisième innovation — les communications sans fil et, plus particulièrement, la téléphonie cellulaire — devrait modifier fondamentalement la nature de l'industrie des télécommunications. Alors que la transmission par fibre et la commutation numérique offrent des améliorations considérables par rapport aux réseaux de télécommunications traditionnels, c'est-à-dire les réseaux à ligne terrestre ou «câblés», la technologie sans fil sert de base à un réseau totalement nouveau, un réseau distinct des réseaux traditionnels et susceptible d'être exploité de façon indépendante.

Au Canada, la téléphonie sans fil a été essayée pour la première fois en Alberta à la fin des années 1970. Elle a donné naissance à la téléphonie cellulaire, et 1986 a été la première année complète d'exploitation du réseau cellulaire au Canada. Depuis, le nombre d'abonnés a augmenté à un taux annuel composé de 79 p. 100, comparativement à 7,8 p. 100 pour l'ensemble de l'industrie des télécommunications, ce qui constitue un taux déjà élevé. À la fin de 1989, il y avait environ 375 000 abonnés au téléphone cellulaire au Canada[4].

Cette croissance exponentielle n'est pas propre au Canada. D'autres pays industrialisés connaissent un essor semblable dans le domaine de la téléphonie cellulaire. Aux États-Unis seulement, le nombre d'abonnés au téléphone cellulaire est passé de 300 000 en 1985 à 3,1 millions en 1989, soit un taux de croissance annuel moyen de 80 p. 100[5].

Au cours des prochaines années, les progrès de la technologie cellulaire devraient permettre d'accroître les capacités de transmission, d'améliorer la qualité et de réduire les coûts davantage que ce qui est possible au moyen de la technologie actuelle, stimulant ainsi encore plus la demande et la croissance du marché. Au bout du compte, la transmission radio numérique, qui commence à remplacer la transmission radio analogique en Amérique du Nord au début des années 1990, permettra au système de prendre en charge environ dix fois plus d'abonnés. Il en résultera une diminution appréciable des coûts d'investissement par abonné. Cette baisse devrait produire, à son tour, une réduction des coûts du service pour les usagers. En réalité, d'ici 1993-1994, le service de téléphonie

cellulaire au Canada pourrait être effectivement meilleur marché que le service câblé traditionnel offert aux abonnés d'affaires[6]. Le prix des téléphones cellulaires diminue lui aussi rapidement.

À l'heure actuelle, la pénétration de la téléphonie cellulaire est limitée. Le Canada occupe le deuxième rang dans le monde à ce chapitre, avec un taux de pénétration de 1,51 p. 100 de la population, derrière les pays scandinaves, dont le taux s'établit à 4,1 p. 100[7]. Toutefois, les possibilités à long terme de la téléphonie cellulaire sont énormes. Si la croissance actuelle se maintient, le nombre de nouveaux points d'accès cellulaires ajoutés chaque année au réseau mondial devrait dépasser, d'ici le milieu des années 1990, le nombre de nouvelles lignes axées sur le système terrestre câblé. Dans les pays en développement, le téléphone cellulaire pourrait remplacer, d'ici la fin des années 1990, en tant que réseau primaire, les communications architecturées autour d'un système terrestre câblé.

Une percée majeure dans le domaine des communications sans fil — un nouveau service appelé Réseau de communications personnelles (RCP) — devrait avoir lieu dans un avenir rapproché. L'objectif du RCP est d'offrir de petits téléphones portatifs à faible coût, ainsi qu'une infrastructure de réseau qui permettra aux usagers de communiquer avec souplesse et facilité où qu'ils soient. Contrairement au système actuel d'emplacements fixes identifiés par un numéro, tous les abonnés auront un numéro de communication personnel qu'ils utiliseront pour entrer dans le réseau à partir d'un terminal quelconque. Le réseau identifiera alors les abonnés et leur donnera accès à leurs services personnalisés, par exemple à un service d'audio-messagerie. Actuellement, le Royaume-Uni est à l'avant-garde dans le monde en ce qui concerne la mise au point du RCP. Le ministère du Commerce et de l'Industrie du Royaume-Uni a approuvé les propositions de trois consortiums concurrents visant à définir, mettre au point et introduire un service de communications personnelles de ce genre. Le RCP sera probablement lancé au Royaume-Uni en 1993[8]. Les organismes de réglementation canadiens ont alloué un spectre pour le RCP en septembre 1991.

Les logiciels et le matériel informatique de pointe

La quatrième technologie qui aura un effet important sur les télécommunications comprend les logiciels et le matériel informatique connexe de pointe. Cette technologie devrait permettre de traiter et de transmettre de grandes quantités de données, entre autres des images, à l'échelle internationale à des vitesses extrêmement élevées. Les banques et les autres institutions financières comptent parmi les clients qui exigent d'ores et déjà ce type de service de télécommunications. La transmission des données pourrait en venir à supplanter la transmission de la voix comme principal élément commercial des réseaux de télécommunications.

Le marché mondial des télécommunications : taille et portée

Grâce aux changements technologiques et à la libéralisation qui en favorise l'expansion rapide, le marché très dynamique des télécommunications présente un potentiel de croissance phénoménal. Même aujourd'hui, le marché mondial des télécommunications est énorme. En 1989, Northern Business Information (NBI), cabinet de consultants de New York renommé dans l'industrie, a estimé le marché mondial des télécommunications à 389,5 milliards de dollars (dollars de 1989) (sauf indication contraire, les montants mentionnés dans le présent rapport sont en dollars américains). NBI prévoit que les ventes de l'industrie atteindront 566,6 milliards de dollars d'ici 1993[9] et plus de 1,3 billion de dollars d'ici l'an 2000[10]. Le marché laisse toutefois entrevoir une croissance beaucoup plus forte que ces projections ne l'indiquent. Jusqu'à maintenant, la plus grande partie du marché mondial demeure inexploitée; certaines grandes économies, telles que celles de la Chine, de l'Inde, de l'Indonésie et de l'Union soviétique, ne sont pratiquement pas développées. Si ces économies prennent de l'essor, il est possible que le marché triple, ou même quadruple, d'ici le début du siècle prochain.

Tableau 1. Le marché mondial du matériel de télécommunications : valeur en dollars (1989, 1993) et taux de croissance

Genre de matériel	1989 (en milliards de dollars US)	1993 (en milliards de dollars US)	Taux de croissance annuel composé 1987-1992 (en %)
Matériel de réseau public			
Commutateurs de central	19,54	29,22	8,0
Transmission	15,63	23,38	8,2
Fil et câble	2,66	3,62	5,0
Installations extérieures	9,10	11,06	5,0
Total	46,93	67,28	7,3
Matériel de réseau privé			
Autocommutateurs privés	8,84	11,04	4,7
Systèmes à touches	2,20	2,89	6,7
Appareils individuels	4,33	5,41	3,5
Communication de données	14,95	21,76	16,9
Téléphones cellulaires	1,67	3,57	18,5
Total	31,99	44,67	10,6
Total du matériel	78,93	111,95	8,6

Source : Northern Business Information/Datapro, *The role of research and development in the telecommunications industry worldwide*, rapport rédigé à contrat pour le Conseil des sciences du Canada, 1989 (inédit), p. 7.

L'industrie des télécommunications est à la fois un fournisseur de services et un fabricant du matériel utilisé dans l'infrastructure des services. Les tableaux 1 à 3 montrent les projections de NBI sur la taille du marché mondial des télécommunications, ventilées selon les genres de produits et de services pour 1989 et 1993. Selon NBI, les services de télécommunications ont généré 310,5 milliards de dollars, ou 79,7 p. 100 des 389,5 milliards de dollars du marché mondial en 1989[11]. NBI s'attend à ce que les services continuent à dominer le marché. D'ici l'an 2000, le secteur des services devrait représenter environ 1,038 billion du 1,313 billion de dollars que représentera le marché mondial des télécommunications[12].

Tableau 2. Le marché mondial des services de télécommunications : valeur en dollars (1989, 1993) et taux de croissance

Genre de service	1989 (en milliards de dollars US)	1993 (en milliards de dollars US)	Taux de croissance annuel composé 1987-1992 (en %)
Local	116,66	131,11	4,1
Interurbain national	127,67	213,58	11,8
Interurbain international	36,54	59,04	12,2
Données	29,66	50,92	12,4
Total des services	310,55	454,65	9,2

Source : Northern Business Information/Datapro, *The role of research and development in the telecommunications industry worldwide*, rapport rédigé à contrat pour le Conseil des sciences du Canada, 1989 (inédit), p. 17.

Tableau 3. Les composantes matériel et services du marché mondial des télécommunications : valeur en dollars et taux de croissance

Composante	1989 (en milliards de dollars US)	1993 (en milliards de dollars US)	Taux de croissance annuel composé 1987-1992 (en %)
Total du matériel	78,92	111,95	8,6
Matériel de réseau public	46,93	67,28	7,3
Matériel de réseau privé	32,99	44,67	10,6
Total des services	310,53	454,65	9,2
Total des télécommunications	389,45	566,60	9,1

Source : Northern Business Information/Datapro, *The role of research and development in the telecommunications industry worldwide*, rapport rédigé à contrat pour le Conseil des sciences du Canada, 1989 (inédit), p. 7.

Cependant, bien que les services représentent la plus grande partie du marché mondial, les innovations dans le domaine des produits et des services de télécommunications prennent naissance chez les fournisseurs de matériel. Ces fournisseurs effectuent la plus grande partie de la R-D en télécommunications; ils conçoivent, mettent au point et produisent le matériel, les logiciels et les services de télécommunications. Aux fins de la présente analyse d'une stratégie en matière de technologie sectorielle, ce sont les fournisseurs de matériel de télécommunications qui constituent le sous-secteur clé de l'industrie des télécommunications. Cependant, les estimations de la valeur du

marché mondial du matériel de télécommunications varient sensiblement. L'estimation du NBI, soit 78,93 milliards de dollars en 1989, est probablement prudente.

Le matériel de télécommunications peut se diviser en deux grands groupes : le matériel de réseau public et le matériel de réseau privé. Les *réseaux publics* appartiennent à des compagnies de téléphone et à des exploitants de réseaux à valeur ajoutée tels que Telenet et Tymnet, deux réseaux américains à paquets de données, et sont exploités par eux. Certaines compagnies de téléphone — Bell Canada au Canada, Mercury au Royaume-Uni, MCI ou U.S. Sprint aux États-Unis — appartiennent à des intérêts privés, alors que d'autres (la division Telekon de la Deutsche Bundespost) sont des services publics. Les *réseaux privés* — qui forment aujourd'hui le cœur des activités des sociétés — servent à réduire les coûts et à améliorer les procédures internes et le service au client. Certains grands organismes ayant d'énormes besoins en matière de télécommunications ont établi leurs propres réseaux distincts de télécommunications. General Motors, par exemple, a établi le plus grand réseau privé du monde afin de relier ses bureaux, ses usines, ses vendeurs et ses fournisseurs[13]. La plupart des usagers des secteurs privé et institutionnels, toutefois, ont recours à une combinaison de matériel et d'installations de réseaux publics et privés.

Comme le montrent les tableaux 1 à 3, NBI prévoit que le marché du matériel de réseau public restera, à court terme, beaucoup plus important que celui du matériel de réseau privé. (L'annexe 1 expose les principaux genres de matériel de réseau public et de réseau privé et identifie les principaux fournisseurs mondiaux dans chaque domaine.) Toutefois, certaines données révèlent que les réseaux privés croissent plus rapidement que les réseaux publics et que, sur le marché concurrentiel des États-Unis, les achats de matériel de réseau privé dépassent à l'heure actuelle ceux des réseaux publics[14]. Les marchés des autres pays suivront probablement cette tendance à mesure qu'ils s'ouvriront eux aussi à la concurrence.

Le secteur mondial des télécommunications : restructuration

Le secteur des services

La libéralisation du marché et l'apparition de nouvelles technologies de télécommunications performantes ouvrent une vaste gamme de nouveaux débouchés pour les fournisseurs de services de télécommunications. Il en résulte une croissance rapide du secteur des services de télécommunications. Autrefois unifiée et contrôlée par un seul organisme national de PTT dans chaque pays, l'industrie est devenue fragmentée et très concurrentielle, de nombreuses sociétés se créant pour tirer profit des nouveaux débouchés.

Ces pressions exercées par la concurrence donnent naissance à une nouvelle structure industrielle. Trois types de réseaux publics — les compagnies de téléphone traditionnelles, les entreprises de télécommunications complémentaires et les entreprises de télécommunications cellulaires - se sont joints aux réseaux privés, en plein essor, des marchés de télécommunications de pointe. Chacun de ces types de réseaux est décrit ci-après.

Les compagnies de téléphone traditionnelles

L'expression «compagnies de téléphone traditionnelles» désigne les entreprises de télécommunications réglementées bien établies. Mentionnons, à titre d'exemple, Bell Canada, British Columbia Telephone et d'autres entreprises de télécommunications régionales au Canada, AT&T aux États-Unis et, depuis la cession des actions de cette dernière, les sociétés d'exploitation régionales Bell, British Telecom au Royaume-Uni, et Nippon Telegraph and Telephone au Japon.

Les entreprises de télécommunications complémentaires

Sur les marchés des télécommunications les plus évolués — les États-Unis, le Royaume-Uni et le Japon — la déréglementation a permis la création de ce qu'on appelle des entreprises de télécommunications publiques complémentaires, qui livrent concurrence aux compagnies de téléphone traditionnelles. Aux États-Unis, la concurrence dans le secteur des services interurbains est maintenant bien établie. En fait, MCI et U.S. Sprint, deux principales concurrentes d'AT&T, sont exploitées de manière rentable et détiennent une part du marché suffisante pour assurer la viabilité et le maintien d'un marché réellement compétitif.

Au Royaume-Uni, la déréglementation a permis aux concurrents de British Telecom d'offrir un service local aussi bien qu'interurbain. Cependant, jusqu'à présent, un seul nouveau concurrent a été autorisé à entrer sur le marché britannique : il s'agit de Mercury Communications, filiale de Cable and Wireless.

Le Japon a autorisé la concurrence en ce qui concerne tous les aspects des télécommunications : local, interurbain et international. À l'heure actuelle, dix nouvelles entreprises de télécommunications livrent concurrence à l'ancien monopole NTT, sur le marché des services nationaux. KDD, qui assurait auparavant les services outre-mer de façon exclusive, affronte maintenant trois concurrents[15].

Au Canada, la réglementation interdit à de tels réseaux complémentaires de concurrencer les monopoles téléphoniques traditionnels.

Les entreprises de télécommunications cellulaires

Le Canada est parmi les chefs de file dans la promotion d'un marché concurrentiel pour le service téléphonique cellulaire. Ce service a été lancé au Canada en 1985, année où les téléphones cellulaires ont été introduits à Montréal et à Toronto. Cellnet Canada et Cantel Inc. offrent des services de téléphonie cellulaire. Cellnet se compose de divisions cellulaires de compagnies de téléphone, Bell Cellulaire étant la plus importante. Bien qu'autorisée à se raccorder aux réseaux des compagnies de téléphone, Cantel n'est pas affiliée à ces compagnies; elle peut toutefois offrir des services concurrentiels d'un océan à l'autre. Cantel et les compagnies de téléphone se partagent presque à parts égales les abonnés canadiens (actuellement plus de 375 000) à un service de téléphonie cellulaire[16].

La croissance rapide du service de téléphonie cellulaire au Canada, tant sur le plan des abonnés que des recettes, est comparable à celle d'autres pays tels que les États-Unis. Ces derniers ont un système semblable de marché duopolistique dans lequel les divisions de la téléphonie cellulaire des sociétés d'exploitation livrent normalement concurrence aux entreprises de télécommunications indépendantes sur chaque marché régional.

Les réseaux privés

En plus de l'apparition de nouveaux réseaux publics, ces dernières années, une croissance rapide s'est produite au sein d'entités connues sous le nom de réseaux privés, particulièrement aux États-Unis. Il y a 20 ans, les entreprises de télécommunications réglementées enregistraient plus de 90 p. 100 des ventes totales de systèmes et de matériel de transmission aux États-Unis. Aujourd'hui, les entreprises de télécommunications réglementées représentent un peu moins des deux tiers du marché américain, alors que la demande de systèmes non réglementés continue à croître rapidement[17]. L'administration nationale des télécommunications et de l'information des États-Unis estime que, d'ici l'an 2000, les services réglementés ne constitueront qu'une proportion oscillant entre le tiers et la moitié du marché des services de télécommunications des États-Unis[18].

Afin d'augmenter la capacité de leurs réseaux régionaux et nationaux, des sociétés privées dans le monde entier établissent actuellement des réseaux internationaux d'avant-garde[19]. Ainsi, grâce

à leurs réseaux mondiaux, American Airlines et United Airlines tirent plus de bénéfices des réservations de vols d'autres compagnies aériennes que de leurs propres vols.

L'expérience du Canada en matière de réseaux privés est différente de celle des États-Unis. Dans ce pays, le nombre de réseaux privés a augmenté rapidement après la déréglementation et l'apparition d'entreprises de télécommunications complémentaires pour le service interurbain. Au début, les sociétés américaines ont établi des réseaux privés pour tirer profit de la concurrence entre les entreprises de télécommunications complémentaires; par la suite, elles ont doté leurs réseaux de certaines capacités uniques que les entreprises de télécommunications traditionnelles n'offrent pas. Au Canada, il pourrait bien y avoir un temps d'arrêt dans l'établissement de réseaux privés, c'est-à-dire jusqu'à ce que les entreprises de télécommunications complémentaires soient autorisées à livrer concurrence aux compagnies de téléphone, qui exercent un monopole. Une autre raison de la faible croissance pourrait tenir au fait que les fournisseurs de services canadiens ne se sont rendu compte que très récemment des possibilités que présentent les marchés de réseaux privés «clés en main».

Les défis à l'horizon

L'apparition d'entreprises de télécommunications complémentaires, d'entreprises de télécommunications cellulaires et de réseaux privés sur des marchés de pointe tels que les États-Unis rend l'industrie des services de télécommunications de plus en plus concurrentielle. À mesure que les compagnies de téléphone traditionnelles, en particulier, sont attaquées, leur part de marché dans le cas de certains services disparaît au profit de fournisseurs concurrents.

Le défi principal auquel font face les compagnies de téléphone consiste à déterminer la meilleure façon de desservir un marché où il arrive de plus en plus souvent que des fournisseurs de services uniques ne puissent plus répondre entièrement aux besoins de tous les clients. William Burns, ancien vice-président de NYNEX, a récemment résumé ce défi dans les termes suivants : «Beaucoup trop de choses ont changé trop vite pour que quiconque d'entre nous puisse développer l'éventail des compétences nécessaires pour satisfaire les besoins nombreux et variés des clients d'aujourd'hui. Dorénavant, aucun d'entre nous ne pourra y arriver.»[20]

Les compagnies de téléphone les plus dynamiques contre-attaquent. Non seulement elles délaissent les services locaux et interurbains de base au profit des services améliorés au client, des réseaux à valeur ajoutée et des marchés de gestion du réseau par le client, mais elles pénètrent aussi les marchés mondiaux en établissant des réseaux internationaux et en exportant leurs connaissances spécialisées en matière de réseaux sur d'autres marchés nationaux.

British Telecom (BT), par exemple, a acheté des entreprises de télécommunications cellulaires, des entreprises de télécommunications à valeur ajoutée et des entreprises de télécommunications interurbaines aux États-Unis. La société a ainsi constitué son propre réseau dans ce pays en ne tenant aucun compte des compagnies de téléphone nationales. Le nouveau réseau de BT est connecté à la propre station centrale de l'entreprise située au Royaume-Uni par le biais de liaisons transatlantiques, donnant ainsi à ses clients européens un accès direct à toutes les sociétés importantes des États-Unis. Par conséquent, British Telecom pourrait bien dominer l'ensemble du trafic futur entre la Communauté économique européenne et les États-Unis. En fait, d'ici l'an 2000, BT s'attend qu'aucune entreprise importante dans le monde ne puisse fonctionner sans utiliser son réseau.

En outre, British Telecom, qui était une compagnie de type PTT intégrée verticalement, fournissant à la fois des services et du matériel, est en train de devenir une entreprise intégrée horizontalement dont les ramifications s'étendent dans le monde entier. En plus de s'approvisionner auprès de fournisseurs de matériel et de logiciels à la fine pointe du progrès pour répondre aux besoins de ses clients, BT vend des trajets de télécommunications aux quatre coins du monde. D'après les prévisions de représentants de la société, il se pourrait qu'en l'an 2000, il ne reste que six grands fournisseurs internationaux de services en activité[21].

Bien que d'autres sociétés, telles que Cable and Wireless et NTT, établissent également des réseaux internationaux, aucune entreprise de télécommunications canadienne n'a encore été aussi loin sur la scène internationale des réseaux. Néanmoins, si les prévisions de British Telecom sur la diminution du nombre de fournisseurs de services sont exactes, les fournisseurs canadiens de services pourraient se retrouver dans une situation précaire s'ils n'établissent pas bientôt des réseaux internationaux.

Le secteur du matériel

L'apparition de marchés mondiaux et concurrentiels de services de télécommunications s'accompagne d'un accroissement de la variété de matériel demandée par le secteur des services. Les anciens monopoles de PTT ont été remplacés par une multitude de fournisseurs de services, tous désireux de satisfaire les besoins de leurs clients de plus en plus sophistiqués, exigeants et nombreux. Par conséquent, les débouchés qui s'offrent aux fournisseurs de matériel de télécommunications se sont étendus et continuent à s'accroître de manière spectaculaire.

Ces discontinuités importantes dans les marchés et dans la technologie ont estompé les distinctions traditionnelles entre les composantes service et produit dans la relation qui existe entre l'acheteur et le vendeur. En fait, les marchés des télécommunications actuels ont un énorme potentiel sur le plan de la valeur ajoutée, c'est-à-dire que les sociétés paient volontiers plusieurs fois le prix d'un produit si ce dernier peut être conçu soit pour ajouter de la valeur pour leurs propres clients soit pour procurer des avantages stratégiques sur le plan des coûts.

Toutefois, pour tirer profit de cette situation, les vendeurs doivent passer d'une différenciation technologique à une différenciation au chapitre des ventes et du service. La technologie devient une condition nécessaire, mais non plus suffisante, pour obtenir du succès sur le marché. Dans le langage de l'industrie, les fournisseurs de matériel de télécommunications vendent maintenant des «relations» et non plus seulement des produits. Tous ces changements sont possibles parce que les interfaces entre le matériel, auparavant réglementées à l'échelle nationale, sont maintenant régies efficacement par les normes internationales des fabricants du domaine des télécommunications.

Pour que ces relations s'établissent, il faut une infusion massive de services dans ce qui a toujours été un commerce de produits et de ressource de bande passante. Afin de vendre des centraux téléphoniques principaux, par exemple, les vendeurs doivent offrir toute une gamme de services pour permettre au client d'exploiter avec succès son produit ou sa technologie. Ces services comprennent :

- la planification et l'analyse stratégiques;
- l'analyse des avantages économiques;
- la conception et la planification du réseau;
- l'analyse des exigences du système;
- la mise en œuvre et la planification du système;
- l'analyse et le soutien opérationnels.

Comme ces «services» permettent aux clients d'obtenir un avantage maximal du produit, leur disponibilité peut peser beaucoup plus lourd dans la décision d'achat que le produit lui-même.

Bien que cette intégration des produits et des services offre des possibilités sans précédent aux fournisseurs de services et de logiciels de pointe, les vendeurs doivent être prêts à apporter des changements fondamentaux dans leurs activités pour en tirer parti. Par exemple, dans une séquence des valeurs normale d'une école de commerce, la valeur est créée ou ajoutée étape par étape pour le client. Bien que les clients puissent tirer profit de toute composante de la séquence des valeurs — depuis la R-D, la fabrication et la commercialisation jusqu'aux ventes et au service — ceux-ci ne voient leur fournisseur qu'à l'extrémité ventes et service de la séquence des valeurs. Pour être concurrentiels, cependant, les fournisseurs doivent maintenant intégrer leurs clients dans tous les aspects de leurs activités, y compris les travaux expérimentaux effectués en laboratoire, l'établissement des calendriers

de production, les techniques et les caractéristiques, les activités de service et d'entretien, les systèmes de gestion, les relations avec le personnel et les politiques de formation, les pratiques d'approvisionnement, et ainsi de suite. Northern Business Information appelle cette intégration entre le fournisseur et le client «interopérabilité.»[22]

Ainsi, les pressions exercées par la concurrence — sous forme de libéralisation, de progrès technologique, de restructuration du secteur des services et de tendance à une interopérabilité complète entre clients et fournisseurs — forcent les fournisseurs du domaine des télécommunications à se spécialiser et à concentrer leurs efforts. En fait, il est clair qu'aucun fournisseur ne pourrait à lui seul satisfaire tous les besoins, toujours plus variés, du marché des télécommunications en matière de matériel. Par conséquent, l'industrie du matériel de télécommunications subit une restructuration radicale.

La plupart des analystes prévoient un regroupement massif et un bouleversement de l'industrie qui pourraient laisser sur le marché aussi peu que cinq entreprises de classe internationale d'ici l'an 2000. En réalité, le bouleversement a déjà commencé sur les marchés de pointe tels que ceux des États-Unis, où des sociétés comme Automatic Electric et TRW ont disparu du secteur des télécommunications. Récemment, des regroupements à grande échelle se sont produits, dont la fusion, au début de 1987, de CGE de France et des filiales de télécommunications d'ITT pour former Alcatel; l'acquisition de Plessey en 1988 par le groupe Siemens/GEC; l'achat, par Siemens, des divisions de développement et de fabrication de Rolm appartenant à IBM; et l'achat, par Northern Telecom au début de 1991, de STC en Grande-Bretagne. Le tableau 4 montre les résultats de ce processus de regroupement, c'est-à-dire la taille géante et la portée des activités des plus grandes entreprises mondiales à l'extérieur du domaine des télécommunications. Il convient de noter que Northern Telecom, la plus grande entreprise canadienne de matériel, bien que relativement petite par rapport à de telles sociétés, œuvre seulement dans le domaine des télécommunications. De plus, l'achat de STC par Northern Telecom, achat qui ne figure pas dans le tableau 4, corrige quelque peu ce désavantage de taille.

Aujourd'hui, l'industrie offre beaucoup de nouveaux débouchés aux produits et aux marchés spécialisés, et de nouveaux intervenants entrent sur le marché. Avec l'augmentation croissante des produits et des services de télécommunications, les petites et moyennes entreprises — telles que Newbridge, Gandalf, et Novatel au Canada — misent normalement sur un segment particulier du marché. En concentrant leurs efforts, ces petits fournisseurs peuvent rester en contact avec leurs clients et répondre plus rapidement à leurs besoins particuliers, bien mieux que ne le peuvent les fournisseurs traditionnels de vastes gammes de produits.

Ces pressions exercées par la concurrence devraient donner naissance, au cours des dix prochaines années, à une structure industrielle tripartite comprenant les fabricants, les grands constructeurs de systèmes et les intégrateurs de systèmes[23].

Les fabricants

De nombreuses sociétés utilisant des technologies prouvées afin de créer de nouveaux produits et de nouvelles applications pour des créneaux particuliers du marché devraient apparaître. En raison de l'augmentation rapide de la variété et de la croissance globale des télécommunications, les possibilités de créer ces petites entreprises dynamiques seront nombreuses. Comme les Canadiens ont montré qu'ils pouvaient créer ce genre d'entreprises, ce secteur devrait connaître une croissance rapide au Canada. Il faut noter, toutefois, que le logiciel est le principal moyen d'innover dans l'avenir pour ces sociétés. Qu'il soit mis en œuvre en tant que «code chargeable» ou en tant que «microprogramme intégré», le logiciel fait fonctionner la plupart des systèmes de télécommunications de pointe actuels.

Tableau 4. Les principaux fournisseurs de matériel de télécommunications : recettes totales des sociétés et ventes totales de matériel de télécommunications, 1988

Société, classée selon ses ventes de matériel de télécommunications	Recettes (en millions de dollars US)	R-D (en millions de dollars US)	R-D Ventes (%)
AT&T	35 210*	2 572	7,3
Matériel de télécommunications	16 685		
Siemens	32 794*	3 640†	11,1
Matériel de télécommunications	10 842		
Alcatel	10 473*	813	7,8
Matériel de télécommunications	10 062		
NEC	21 893*	3 496†	16,0
Matériel de télécommunications	6 475		
Northern Telecom	5 408*	,00	14,2
Matériel de télécommunications	5 408		
LM Ericsson	5 081*	573	11,3
Matériel de télécommunications	5 081		

Source : Northern Business Information/Datapro, *The role of research and development in the telecommunications industry worldwide*, rapport rédigé à contrat pour le Conseil des sciences du Canada, 1989 (inédit), pp. 84-85.

* Ce chiffre représente les recettes totales de la société.

† Bien que Siemens et NEC puissent dépenser respectivement 3,6 et 3,5 milliards de dollars au titre de la R-D, le domaine des télécommunications n'est pas le seul bénéficiaire; toutefois, il pourrait bien y avoir des retombées de cette «autre» R-D sur les groupes de télécommunications.

Les grands constructeurs de systèmes

Les fournisseurs traditionnels de vastes gammes de matériel, tels que Northern Telecom, conserveront des parties importantes des connaissances techniques du réseau. Même s'ils continueront à dominer dans les produits clés de réseau, tels que les systèmes principaux de matériel et de logiciel nécessaires pour les commutateurs de central téléphonique et pour les transmissions interurbaines, ils éprouveront de la difficulté à satisfaire la gamme de plus en plus étendue des besoins de clients à la périphérie du réseau. Les réseaux complémentaires et cellulaires, cependant, fourniront des marchés nouveaux importants pour ces constructeurs de systèmes. La nécessité pour les opérateurs concurrents de distinguer leurs réseaux de ceux des autres exigera beaucoup des grands constructeurs de systèmes.

Les intégrateurs de systèmes

Les intégrateurs de systèmes travaillent directement avec les usagers pour installer et gérer leurs exploitations. Actuellement, les grandes sociétés d'informatique, telles que DEC et IBM, ainsi que les

grands fournisseurs de matériel de télécommunications, se livrent concurrence sur ce marché. Toutefois, les clients se tourneront de plus en plus vers les intégrateurs de systèmes (ou maîtres d'œuvre) qui ne sont pas affiliés avec une grande société d'informatique ou de matériel de télécommunications. Les intégrateurs de systèmes non affiliés — par exemple SHL Systemhouse au Canada ou EDS aux États-Unis — peuvent fournir à leurs clients des conseils indépendants sur le matériel et les fournisseurs qui peuvent le mieux répondre à leurs besoins. Étant donné la variété et la croissance rapide des réseaux privés, l'intégration de systèmes devrait se révéler un secteur de forte croissance de l'industrie.

Le secteur mondial des télécommunications : stratégies en matière de R-D

L'ouverture des marchés nationaux à la concurrence internationale, l'apparition de fournisseurs de services concurrents et l'augmentation de la variété de produits et de services demandés sur le marché ont encouragé l'innovation en matière de télécommunications. Aujourd'hui, le principal avantage concurrentiel dont dispose un fournisseur pour l'emporter sur ses concurrents réside dans l'utilisation de produits nouveaux et de haute qualité, ainsi que dans des services qui répondent de manière rentable aux besoins du client. Or, compte tenu du rythme accéléré des progrès technologiques et de l'évolution rapide de la diversité des besoins du marché, les fournisseurs doivent alimenter sans cesse le marché de produits et de services nouveaux.

La tendance à l'interopérabilité entre les clients et les fournisseurs transforme aussi la nature du défi que pose la R-D. Les clients ont maintenant les forces du marché de leur côté pour exiger beaucoup plus que la technologie ou le service après-vente. Ils veulent une relation stratégique étroite et à long terme. Dans le domaine de la R-D, une telle relation signifie que les clients doivent pouvoir présenter leurs besoins en produits et en services dans les laboratoires. Les sociétés peuvent alors mettre sur le marché des technologies nouvelles en sachant avec certitude que les clients ont besoin de ces technologies et qu'ils les désirent. Non seulement les clients auront fait partie du processus de planification des produits mais, fait encore plus important, ils auront prévu un budget pour ces produits. De telles relations étroites avec le client améliorent considérablement les chances de succès d'un produit.

Les produits qui ne sont pas axés sur les besoins des clients risquent beaucoup plus d'être voués à l'échec. L'autocommutateur privé NEC 2400 en témoigne éloquemment. Même si ce produit possédait de nombreuses fonctions spéciales, les sondages effectués après le lancement du produit ont montré que les clients de NEC n'utilisaient que quelques-unes des nouvelles fonctions. Mais le problème véritable était que NEC avait consacré beaucoup d'efforts de R-D à un produit trop perfectionné pour le marché qu'elle devait desservir. Si NEC avait réussi à entretenir de bonnes relations avec ses clients, elle aurait pu éviter des dépenses et des travaux inutiles et aurait lancé un produit plus rentable[24].

Une autre stratégie à utiliser pour assurer le succès de nouveaux produits consiste à faire participer, dès le début, tous les services d'une entreprise — la fabrication, la commercialisation, le personnel des ventes et des services ainsi que les constructeurs — au processus d'introduction des produits. En effet, l'innovation dans les processus de fabrication et les technologies peut revêtir autant d'importance qu'une nouvelle technologie de produit.

Le défi en matière de R-D est multiplié par la montée en flèche des coûts et les droits d'importation élevés, particulièrement dans le domaine des produits clés de réseau. Par exemple, il en coûterait actuellement deux milliards de dollars pour concevoir un bureau central de commutation numérique qui aurait pu être mis au point pour environ 100 millions de dollars au milieu des années 1970, et au moins autant pour le commercialiser.

Les trois types d'entreprises de télécommunications — les fabricants, les grands constructeurs de systèmes et les intégrateurs de systèmes — doivent appliquer des stratégies en matière de R-D qui conviennent aux capacités de leur société et aux marchés qu'elles desservent. Ainsi,

- Compte tenu des nombreux débouchés qui existent, les *fabricants* doivent se rendre compte qu'en raison de la concurrence mondiale de plus en plus forte aujourd'hui, il ne suffit pas d'être chef de file dans un marché national. Ces sociétés doivent apprendre à concentrer leurs efforts sur un créneau de marché bien défini et à y développer un leadership international. Ils peuvent toujours prendre de l'expansion plus tard dans d'autres créneaux de marché ou de produit.

  Ces fabricants doivent aussi être conscients que leur force et la clé de leur succès reposent sur le maintien de relations étroites avec les clients. Les principaux clients sont essentiels — c'est-à-dire les clients qui, parce qu'ils ont les besoins les plus difficiles à satisfaire et les plus urgents, sont prêts à collaborer avec le fournisseur à la mise au point d'un nouveau produit et ensuite à recommander ce fournisseur ou ce produit.

  Bien que les plus petits fabricants puissent exceller dans les applications technologiques adaptées à des besoins particuliers du marché, ils peuvent aussi devoir recourir à des technologies clés acquises au moyen de brevets, d'alliances stratégiques ou de partenariats de R-D. Pour pouvoir commercialiser leurs produits à l'échelle mondiale, il se peut qu'ils doivent aussi cultiver leurs relations avec les intégrateurs de systèmes et les distributeurs.

- Les *grands constructeurs de systèmes*, bien que spécialisés dans l'établissement de systèmes et d'architectures clés de réseau (par exemple, les commutateurs de central téléphonique), peuvent avoir de la difficulté à livrer concurrence à des entreprises plus petites lorsqu'il s'agit de répondre à une grande variété de besoins d'usagers. Ils devront concentrer leurs efforts pour jouer le rôle de chef de file mondial dans des domaines d'expertise particuliers relatifs aux technologies clés. Pour pouvoir fournir à leurs clients traditionnels, c'est-à-dire aux compagnies de téléphone, et à de nouveaux clients, comme les réseaux complémentaires et les opérateurs de téléphones cellulaires, des produits et des services nouveaux pour renforcer leur position sur le marché, ils devront aussi travailler de très près avec les deux groupes.

  Aujourd'hui, la libéralisation du marché et les technologies nouvelles — en accroissant la concurrence — poussent déjà les entreprises de télécommunications publiques à offrir des services améliorés à coûts réduits. Ainsi, la R-D des constructeurs de systèmes doit non seulement empêcher des coûts inutiles pour le réseau, mais aussi offrir aux fournisseurs de réseau des avantages concurrentiels uniformes et des marges brutes d'autofinancement fiables. La R-D des constructeurs de systèmes doit aussi fournir les technologies de base pour les réseaux intelligents d'aujourd'hui, ainsi que le logiciel qui permet aux fournisseurs de réseau de faire face à la complexité toujours croissante du réseau et d'assurer des services améliorés aux clients et aux usagers.

  La mise au point de produits et de services pour un marché du matériel de réseau privé de plus en plus concurrentiel et de plus en plus morcelé représente un défi de taille pour les constructeurs de systèmes. Ces derniers devront peut-être s'allier avec des intégrateurs de systèmes, qui pourraient avoir une meilleure compréhension du marché, ainsi qu'avec de petits fabricants, qui peuvent adapter des applications aux besoins particuliers du marché.

- La valeur ajoutée principale des *intégrateurs de systèmes* est leur capacité d'adapter des systèmes de communications aux exigences individuelles des clients. Des relations étroites avec le client, particulièrement lorsqu'il s'agit de clients «principaux», sont donc essentielles. Afin d'assurer le service le meilleur et le plus à jour, les intégrateurs de systèmes doivent aussi cultiver leurs relations avec un grand nombre de fournisseurs de matériel.

Vu la concurrence mondiale et la croissance des réseaux privés internationaux, les intégrateurs de systèmes se spécialiseront probablement dans certains segments de marché, par exemple dans l'industrie des services financiers. Ils pourront y utiliser leurs connaissances approfondies des besoins du secteur pour mettre au point des solutions innovatrices et pour devenir des chefs de file mondiaux dans le domaine de l'intégration de systèmes dans des segments de marché particuliers.

Les trois catégories d'entreprises devront redoubler sans cesse d'efforts en matière de commercialisation et de programmes de R-D, afin de maintenir leurs liens vitaux avec leurs clients principaux.

Le secteur canadien des télécommunications

Northern Business Information (NBI) estime que la valeur du marché canadien des télécommunications s'établissait à 12,8 milliards de dollars en 1988. Les entreprises de télécommunications, qui représentaient environ 79 p. 100 de ce marché, ont réalisé un chiffre d'affaires d'environ 10,5 milliards de dollars. Les entreprises de télécommunications canadiennes ont acheté pour quelque 1,9 milliard de dollars de matériel pour l'exploitation de leurs réseaux[25].

Les fournisseurs canadiens de matériel de télécommunications

L'industrie canadienne du matériel de télécommunications se compose d'un constructeur de systèmes multinational — Northern Telecom — d'un certain nombre de fabricants plus petits et de plusieurs intégrateurs de systèmes.

Selon NBI, la taille de Northern Telecom, dont le chiffre d'affaires atteignait 6,2 milliards de dollars canadiens en 1988, est au moins 20 fois plus grande que celle de n'importe quel autre fournisseur canadien de matériel[26]. Bien entendu, l'achat en 1991 de STC, qui a porté les recettes totales de cette nouvelle entité à environ 11 milliards de dollars canadiens, n'a fait qu'agrandir la taille déjà impressionnante de Northern Telecom. Par contre, le chiffre d'affaires moyen en 1988 des 32 autres entreprises plus petites (petites et moyennes entreprises) s'est élevé à environ 63 millions de dollars canadien, leurs ventes réalisées au pays s'établissant en moyenne à 48 millions de dollars canadiens. Dans une conclusion semblable, NGL Consulting Ltd. a caractérisé l'industrie canadienne comme étant dominée par 31 sociétés (dont Northern Telecom) qui, ensemble, ont enregistré au moins 95 p. 100 des ventes du secteur en 1989[27].

Alors que Northern Telecom offre une gamme complète de matériel de télécommunications, les autres fabricants canadiens ont tendance à se spécialiser dans des domaines différents. Certains, comme Canstar, vendent des produits au Canada et des systèmes clés en main à l'étranger. Mitel se spécialise dans le domaine des autocommutateurs privés, Gandalf, dans les interconnexions de réseau local, Novatel, dans les terminaux cellulaires, TIE, dans les petits systèmes téléphoniques et MUX Labs Inc., dans le câblage d'immeubles. SHL Systemhouse et Cognos sont des intégrateurs de systèmes. Dans l'ensemble, l'industrie canadienne du matériel de télécommunications possède une vaste base de connaissances, les fournisseurs se complétant bien. L'industrie est donc bien placée pour tirer profit des débouchés croissants sur le marché mondial des télécommunications.

Les entreprises canadiennes de télécommunications

Selon NBI, l'industrie canadienne des services de télécommunications comprend environ 21 entreprises. Elle est toutefois dominée par deux grandes entreprises de télécommunications, à savoir Bell Canada et British Columbia Telephone Company, qui, ensemble, représentent environ 62 p. 100 de toutes les lignes d'accès canadiennes[28]. Les entreprises canadiennes de télécommunications, dont les recettes annuelles moyennes se chiffrent à 500 millions de dollars chacune[29], sont beaucoup plus grandes que les fournisseurs canadiens de matériel. Les activités de chacune ont lieu dans une zone géographique particulière.

Si, sur la scène nationale, aucune compagnie de téléphone ne semble avoir une présence à la grandeur du pays, les plus grandes entreprises de télécommunications ont toutefois formé une association, Telecom Canada, chargée de gérer les dispositions tarifaires entre les entreprises de télécommunications et de représenter les entreprises ayant des comptes nationaux hors de leur

territoire. Bien que des règlements empêchent les compagnies de téléphone canadiennes de se livrer concurrence, et que la création d'une entreprise de télécommunications complémentaire pour la transmission de la voix n'ait pas encore été autorisée, les Entreprises Bell Canada possèdent une participation financière dans de nombreuses entreprises canadiennes de télécommunications. En outre, Unitel, auparavant Télécommunications CNCP, est une entreprise de télécommunications nationale pour la transmission de données.

Sur la scène internationale, Téléglobe Canada, filiale de Memotec Data Inc. de Montréal, qui a le monopole des télécommunications internationales au Canada, relie les réseaux nationaux et étrangers. Télésat Canada, qui appartient dans une proportion égale aux secteurs privé et public, possède et exploite le système intérieur canadien de satellites et deux des trois systèmes de faisceaux hertziens terrestres. Le troisième système de faisceaux hertziens appartient à Unitel.

Deux fournisseurs de services, Cellnet et Cantel, se font concurrence sur le marché canadien de la téléphonie cellulaire. Aujourd'hui, seulement cinq ans après l'entrée en vigueur d'un service complet, plus de 65 p. 100 de la population canadienne est desservie par le téléphone cellulaire, et cette proportion augmente rapidement[30]. En outre, le service de téléphonie cellulaire a favorisé l'apparition de fabricants nationaux : Novatel de l'Alberta, deuxième fournisseur d'appareils de téléphonie cellulaire sur le marché canadien, derrière Motorola, et Northern Telecom, un autre fournisseur important de matériel de réseau cellulaire qui est entré récemment sur le marché des téléphones cellulaires. En encourageant la mise au point de nouveaux produits par différents fabricants, la concurrence dans le domaine de la téléphonie cellulaire semble avoir eu un effet positif sur le marché.

Les perspectives d'avenir des sociétés de téléphonie cellulaire sont bonnes, celles-ci ayant la capacité d'offrir une gamme complète de services de télécommunications, y compris les télécommunications interurbaines, et de livrer concurrence aux compagnies de téléphone traditionnelles. Grâce à ses rapports avec Unitel, Cantel, entreprise de télécommunications «non câblées», est dans une situation idéale pour tirer parti des débouchés dans le domaine de la téléphonie cellulaire au Canada.

La R-D dans le secteur canadien des télécommunications

L'industrie canadienne du matériel de télécommunications est le secteur industriel qui fait le plus de R-D au Canada, soit environ 23 p. 100 de la R-D effectuée par l'industrie canadienne[31].

La R-D et les stratégies en matière de technologie

Les gestionnaires de la recherche au sein de l'industrie font généralement valoir que, pour pénétrer de nouveaux marchés de produits et de services, les entreprises de télécommunications doivent pouvoir investir environ 11 p. 100 de leurs recettes dans la R-D. En général, les fabricants canadiens de matériel de télécommunications atteignent ou dépassent ce niveau de référence. Par exemple, en 1987, le secteur a consacré 16,9 p. 100 de ses recettes totales à la R-D[32]. Les dépenses brutes au titre de la R-D effectuées en 1989 par certaines sociétés de l'industrie cotées en bourse figurent au tableau 5.

Le tableau 5 montre clairement que Northern Telecom et la plupart des entreprises canadiennes plus petites investissent massivement dans la R-D. Mais, en raison de sa taille par rapport aux autres, c'est Northern Telecom — y compris Recherches Bell-Northern, sa filiale de R-D — qui domine la R-D dans le domaine des télécommunications au Canada; environ 80 p. 100 des dépenses totales de R-D de l'industrie lui sont attribuables. En fait, Northern Telecom est de loin la société qui investit le plus dans la R-D industrielle au Canada, tous secteurs confondus. En effet, la société réalise environ 21 p. 100 de toute la R-D industrielle au pays. C'est pourquoi le succès de Northern Telecom revêt de l'importance tant pour la R-D en télécommunications que pour la R-D industrielle au Canada.

Tableau 5. Niveaux et intensité des dépenses de R-D de certaines entreprises canadiennes de matériel de télécommunications, 1989 (en millions de dollars canadiens)

Société	Recettes	Dépenses brutes de R-D	Ratio des dépenses de R-D par rapport aux recettes (en %)
Northern Telecom Ltée	7 161,0	984,0	13,2
Mitel Corporation	432,1	55,3	12,8
Gandalf Technologies Inc.	167,4	17,9	10,7
Newbridge Networks Corp.	67,4	11,7	17,4
SR Telecom Inc.	29,8	6,1	20,5
Compagnie Marconi Canada	15,2*	1,7*	11,2
MUX Labs Inc.	7,4	0,8	10,9

Source : NGL Consulting Ltd., *Proposition de plan stratégique pour l'industrie de fabrication d'équipement de télécommunications au Canada, Partie 1*, rapport soumis à Industrie, Sciences et Technologie Canada et au Comité canadien d'action sur les télécommunications, 1991, p. 32.

* Montant estimé pour les télécommunications (5 p. 100 du total).

L'influence de Northern Telecom s'étend bien au-delà des limites de l'entreprise. Par exemple, NBI estime que, pour son exploitation au Canada, Northern Telecom achète chaque année des pièces d'une valeur d'environ 698 millions de dollars canadiens auprès de sources différentes, dont plusieurs sont des entreprises canadiennes[33]. En outre, d'anciens employés de Recherches Bell-Northern Ltée ont créé au moins 26 entreprises de haute technologie, aidant ainsi à produire la masse critique de capacité de haute technologie qui vaut à la région d'Ottawa le nom de «Silicon Valley du Nord»[34].

Northern Telecom a toujours utilisé une stratégie technologique axée sur l'«innovation» plutôt que sur des «percées», c'est-à-dire qu'elle a généralement investi dans une technologie particulière seulement lorsque cette technologie avait suffisamment fait ses preuves pour se traduire rapidement en nouveaux produits et services commercialisables. (voir l'annexe 2 pour obtenir de plus amples renseignements sur les définitions.) Cette stratégie d'innovation a valu à Northern Telecom de remarquables succès dans le domaine des commutateurs numériques, et la stratégie semble aussi porter ses fruits dans le domaine des fibres optiques. Cependant, bien que cette stratégie ait accru sensiblement ses recettes, Northern est toujours vulnérable aux effets de percées fondamentales dans le domaine des technologies clés par des concurrents pouvant investir beaucoup plus en recherche fondamentale. Il suffit de songer, par exemple, à l'investissement d'entreprises japonaises, telles que Fujitsu, en recherche sur la photonique.

À quelques exceptions près, la force des petits fabricants de l'industrie canadienne réside dans leur technologie et, étant donné l'excellence technologique de leurs produits, dans leur capacité d'identifier et de satisfaire des créneaux du marché. Toutefois, ils devront consacrer des dépenses massives à la R-D pour maintenir leur position concurrentielle à long terme. En conséquence, comme elles se concentrent sur la R-D axée sur la mise au point de produits, on peut dire que ces entreprises suivent une stratégie d'innovation en matière de technologie qui se limite à leurs créneaux de marchés et de produits.

Cependant, bien qu'ils misent sur une stratégie d'innovation semblable, ces petits fabricants font face à des défis tout à fait différents de ceux de Northern Telecom en matière de R-D. Par

exemple, ils se disent parfois préoccupés du fait que leur faible chiffre d'affaires les empêche d'investir suffisamment en R-D pour livrer concurrence à des géants comme AT&T, Northern Telecom ou Siemens. Néanmoins, en concentrant avec soin leurs dépenses de R-D afin de saisir et de conserver des avantages concurrentiels, bon nombre de ces entreprises ont remporté des succès remarquables contre les grands constructeurs de systèmes. Leur succès résulte de la mise au point de produits d'avant-garde qui leur permettent de devenir des chefs de file mondiaux dans certains créneaux de marchés et de produits. Ainsi, même s'ils ne sont pas nécessairement importants en valeur absolue, leurs investissements au titre de la R-D constituent généralement une proportion considérable de leurs recettes et doivent être ciblés avec soin.

Mitel, par exemple, a été le fournisseur principal de petits autocommutateurs privés de moins de 100 lignes aux États-Unis et au Canada depuis le début des années 1980 et a vendu une grande quantité de ces produits en Europe[35]. Certaines des difficultés récentes de cette société peuvent être attribuées au fait qu'elle a délaissé ce créneau pour se lancer dans des systèmes plus grands, où les coûts de R-D sont beaucoup plus élevés et où elle livre directement concurrence à des fournisseurs offrant de nombreux produits et dotés de gros budgets de R-D.

La plus grande partie de la R-D effectuée dans l'industrie canadienne des télécommunications porte sur les logiciels. Par exemple, Northern Telecom et Gandalf ont indiqué qu'environ 70 p. 100 de leurs travaux de R-D concernent la mise au point de logiciels. Certaines sociétés, toutefois, soutiennent que leurs programmes de R-D sont retardés par la pénurie de personnel ayant les compétences appropriées en matière de logiciel au Canada.

L'établissement des stratégies du secteur canadien des télécommunications en matière de technologie, stratégies résumées à la figure 1, montre que la stratégie d'ensemble du secteur peut être décrite comme une technologie d'innovation, c'est-à-dire qu'elle s'inspire de la technologie disponible de manière à créer, au moyen de recherches progressives, de nouveaux produits et services afin d'obtenir une part plus importante du marché ou de maintenir un avantage concurrentiel. D'après les conclusions d'autres études de la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» du Conseil des sciences du Canada, le secteur des télécommunications apparaît comme l'un des très rares secteurs canadiens à utiliser une telle stratégie d'innovation.

Cette stratégie peut être comparée à deux autres «modèles» caractérisés par «l'adoption et l'adaptation» et la «percée». La stratégie de l'adoption et de l'adaptation — comme son nom l'indique — consiste simplement à utiliser une technologie existante pour ses propres produits ou procédés, en supposant que ces produits ou procédés ne seront pas améliorés par rapport à ceux de ses concurrents. Dans la stratégie axée sur les percées technologiques, la R-D de l'entreprise porte sur la mise au point d'une technologie complètement nouvelle, différente des technologies utilisées par ses concurrents. (*voir* l'annexe 2 pour obtenir de plus amples renseignements sur l'analyse du schéma.)

L'effet de la R-D sur les stratégies commerciales

L'évolution de ces stratégies en matière de technologie a eu, à son tour, un effet profond sur les stratégies commerciales des entreprises canadiennes de matériel de télécommunications. Comme le montre la figure 2, au fil des ans, les entreprises canadiennes ont utilisé quatre stratégies fondées sur leurs pratiques commerciales visant à accroître les niveaux de perfectionnement afin de satisfaire les besoins de leurs clients. La première stratégie — axée sur la fabrication de produits standard aux coûts les plus bas possible, c'est-à-dire des produits qui ne sont pas différents de ceux des concurrents — était caractéristique au début des années 1980, période où la structure monopolistique réglementée du service téléphonique et le manque de concurrence au Canada limitaient la demande de nouveaux produits.

Figure 1. Les stratégies canadiennes en matière de technologie dans le secteur du matériel de télécommunications

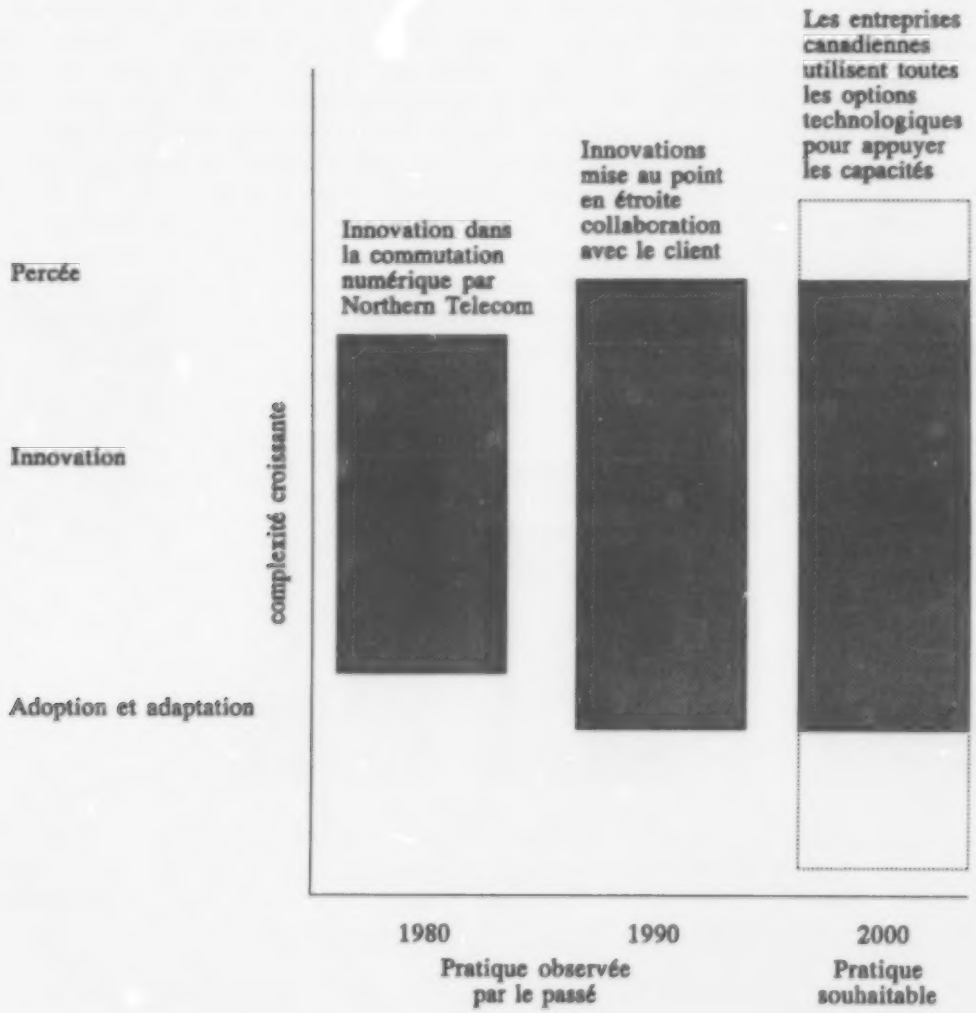
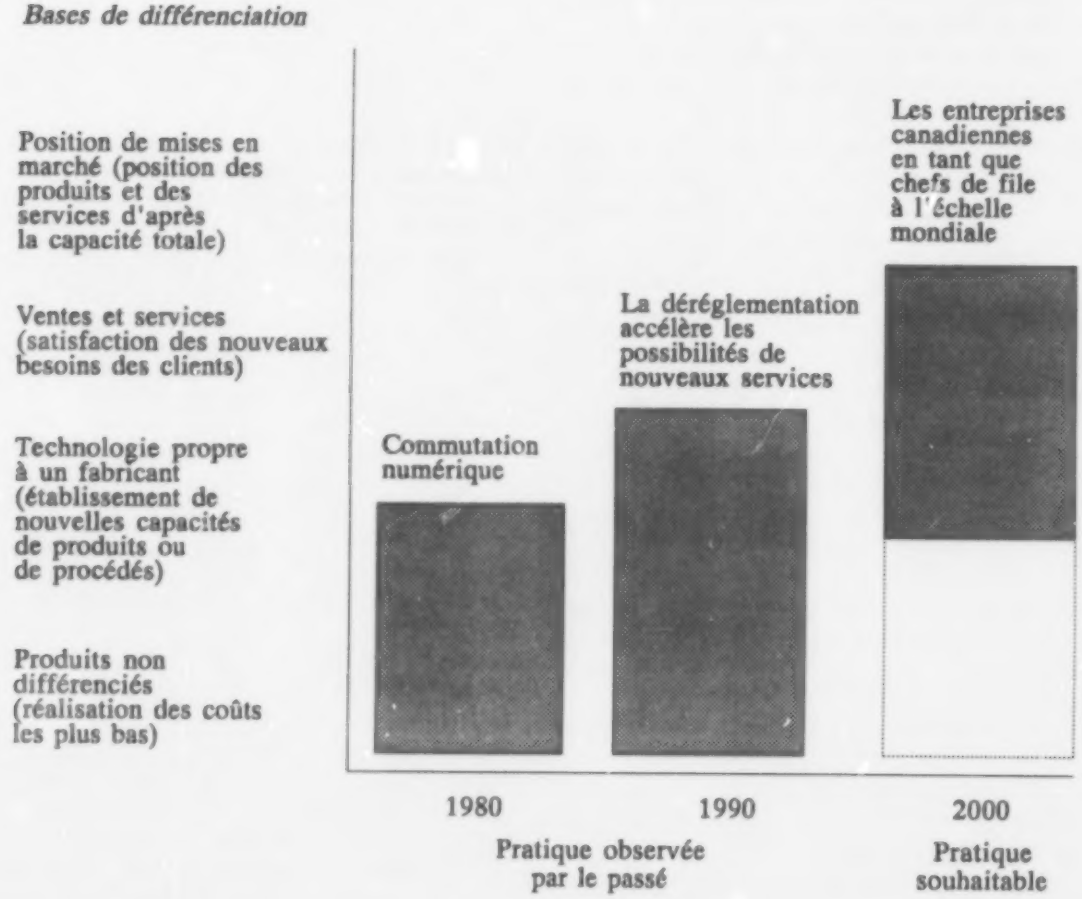


Figure 2. Les stratégies commerciales des entreprises canadiennes dans le secteur des télécommunications



Indique la stratégie principale de la plupart des entreprises.

Souligne d'autres stratégies importantes pour certaines autres entreprises.

La deuxième stratégie — comportant la mise au point de produits différents de ceux des concurrents, grâce à l'utilisation d'une technologie particulière au fabricant acquise au moyen de la R-D — est illustrée par la décision, judicieuse en rétrospective, qu'a prise Northern Telecom de mettre au point la technologie de commutation numérique. Au cours des années 1980, cette pratique s'est révélée de plus en plus précieuse sur le marché mondial du matériel de télécommunications. La troisième stratégie — consistant à prévoir les besoins nouveaux des clients et à y répondre, tout en saisissant l'évolution du marché — caractérise les pratiques observées dans le cadre déréglementé du début des années 1990. Selon la quatrième et dernière stratégie — qui nécessite des systèmes complets permettant à la fois de prévoir les besoins des clients et de mettre au point la gamme complète de technologies particulières au fabricant nécessaires pour perfectionner de nouveaux produits et procédés de fabrication — une société doit apprendre à mettre au point ses propres nouveaux produits, à répondre aux besoins du marché et à prévoir les nouveaux besoins, et ce, afin de produire au coût le plus bas possible. Les entreprises prospères utiliseront probablement cette stratégie en l'an 2000.

En réalité, c'est la R-D qui a fourni les capacités nécessaires à l'entreprise de télécommunications canadienne moderne et, partant, son avantage concurrentiel. En outre, le secteur canadien des télécommunications est l'un des rares secteurs canadiens dont on peut parler en ces termes.

Les défis et les débouchés du secteur canadien des télécommunications

Le Canada possède depuis longtemps l'un des systèmes de télécommunications les plus modernes et les meilleurs du monde. Toutefois, pour que les fournisseurs canadiens de matériel continuent de mener le bal dans le domaine de la technologie des télécommunications et que les fournisseurs de services canadiens demeurent à la fine pointe des services de télécommunications, les entreprises canadiennes devront jouer un rôle plus important sur le marché mondial du matériel et des services de télécommunications.

Conquérir le marché mondial

Northern Business Information (NBI) prévoit que le marché canadien des télécommunications doublera en quelque sorte, passant de 12,8 milliards de dollars en 1988 à 26 milliards d'ici l'an 2000. Toutefois, NBI estime qu'à mesure que d'autres pays se moderniseront, le marché des télécommunications relativement mûr du Canada déclinera aussi proportionnellement, passant de 4 p. 100 du marché mondial actuellement à environ 3 p. 100 au milieu de la décennie et à environ 2 p. 100 d'ici la fin du siècle[36]. De toute évidence, pour que l'industrie canadienne des télécommunications connaisse une croissance significative, les Canadiens devront percer avec force les marchés étrangers.

Les fournisseurs canadiens de matériel devront redoubler d'efforts pour accroître leur part du marché étranger. Certains se concentrent déjà sur les marchés mondiaux. Gandalf, par exemple, a vendu 70 p. 100 de ses produits à l'extérieur du Canada en 1989, alors que Northern Telecom écoule annuellement environ les deux tiers de ses produits à l'étranger[37]. De plus, Newbridge, dont le réseau de distribution s'étend dans 40 pays, poursuit avec dynamisme sa stratégie mondiale. Toutefois, de nombreux fournisseurs canadiens ont seulement des contacts limités avec l'étranger.

Dans l'avenir, les sociétés canadiennes feront face au défi que posent les technologies nouvelles mises au point ailleurs; elles devront apprendre à en subir les effets sur l'industrie des télécommunications. Les technologies pourraient provenir de différents pays ou de différentes industries. Le fait que les sociétés japonaises investissent massivement dans la technologie informatique faisant appel à la photonique, par exemple, devrait se traduire par la mise au point de commutateurs beaucoup plus rapides que ceux que permet actuellement la technologie électronique. Malheureusement, les entreprises canadiennes prises individuellement n'ont pas les fonds suffisants pour investir dans la recherche fondamentale nécessaire à la réalisation de telles «percées» technologiques, que ce soit la photonique ou une autre technologie. En outre, à mesure que la R-D en télécommunications devient plus complexe, il faut investir des sommes énormes pour réaliser un progrès technologique important ou une «percée». Ainsi, des obstacles considérables à l'entrée sur un marché — sous forme de «seuils» au-dessous desquels la R-D n'est pas possible — seront érigés et seules les grandes entreprises pourront satisfaire la demande de ressources[38].

Le principal défi du Canada — en fait, l'avenir des télécommunications canadiennes — ne repose cependant pas sur le matériel, mais sur le secteur mondial des services. Ce secteur, de loin le plus grand segment du marché international, offre plusieurs des principales possibilités de croissance à l'heure actuelle. En réalité, pour que l'industrie canadienne du matériel atteigne ses objectifs en matière de croissance, elle aura besoin d'un secteur des services dynamique à partir duquel elle pourra lancer de nouveaux produits sur le marché international.

En raison de la petite taille du marché canadien, la majorité de ses services de télécommunications doivent être exportés. Aujourd'hui, le Canada exporte très peu de services. Ses

compagnies de téléphone réglementées demeurent des monopoles locaux, confinées en grande partie aux territoires qu'elles desservent, à l'exception d'un projet de Bell Canada visant à aider le Mexique à établir un réseau cellulaire et à gérer son réseau câblé. Par contre, d'autres fournisseurs de services nationaux, tels que British Telecom et AT&T, se lancent maintenant à la conquête du marché international. Quant aux entreprises de télécommunications canadiennes, non seulement elles n'exploitent pas les marchés d'exportation, mais elles perdent une partie du marché intérieur au profit de concurrents étrangers. Ainsi, les sociétés canadiennes, jugeant qu'il est plus rentable d'acheminer les appels par les États-Unis, se tournent de plus en plus vers les entreprises de télécommunications américaines pour effectuer des communications transcanadiennes et internationales.

Pour pouvoir renforcer sa position concurrentielle, l'industrie canadienne des télécommunications doit s'efforcer d'accroître sensiblement ses exportations, à la fois de produits *et* de services. Heureusement, l'industrie est bien placée pour augmenter de façon appréciable ses exportations. En ce qui concerne le matériel de télécommunications, par exemple, le Canada occupe déjà une place enviable sur le marché international et possède certains des meilleurs laboratoires du monde. Northern Telecom est le principal fournisseur de commutateurs numériques de central téléphonique du monde. En outre, certaines sociétés canadiennes, comme Newbridge, poursuivent une stratégie mondiale dynamique et remportent un succès remarquable (le chiffre d'affaires de Newbridge est passé de 17,6 millions de dollars canadiens au cours de l'exercice financier 1987-1988 à 121,2 millions de dollars canadiens pendant l'exercice 1989-1990). Quant aux services, les entreprises de télécommunications publiques canadiennes sont parmi les chefs de file mondiaux en ce qui concerne les nouveaux services d'importance stratégique, tels que la téléphonie cellulaire.

Le marché de la téléphonie cellulaire fournit un excellent exemple d'un domaine qui connaît une expansion rapide et que les fournisseurs canadiens de services et de matériel sont bien placés pour exploiter. Mais les sociétés canadiennes devront réagir vite. Certains pays dont les systèmes de télécommunications sont inadéquats, tels que le Mexique et les pays de l'Europe de l'Est, se tournent déjà vers les réseaux cellulaires au lieu de moderniser leurs infrastructures traditionnelles de réseau. De surcroît, la Hongrie, la Tchécoslovaquie et l'Union soviétique avaient déjà, dès l'automne 1990, autorisé des sociétés exploitantes régionales des États-Unis à participer à leurs réseaux cellulaires nationaux. La Pologne était également sur le point d'annoncer des projets de partenariat avec des entreprises étrangères[39,40].

Il ne sera pas facile de percer les marchés mondiaux. Bon nombre des entreprises auxquelles le Canada doit livrer concurrence sont grandes et puissantes, et disposent d'une marge brute d'autofinancement considérable pour le financement de la R-D. (Il suffit de comparer, par exemple, les dépenses de R-D de Northern Telecom [769 millions de dollars en 1988] à celles de Siemens [3,640 milliards de dollars], de NEC [3,496 milliards de dollars] et d'AT&T [2,572 milliards de dollars[41]]). En outre, les sociétés canadiennes se retrouvent souvent en concurrence avec de puissants États étrangers, directement (comme dans le cas de la Deutsche BP Bundespost et de France Télécom, par exemple) ou indirectement (comme dans le cas de géants nationaux tels que Siemens et Alcatel). Les gouvernements peuvent exercer une énorme influence politique et économique sur les clients cibles du Canada.

Relever le défi

L'industrie canadienne des télécommunications a besoin d'aide pour se lancer sur le marché mondial. Le Canada peut l'aider, d'abord en mettant en œuvre des stratégies d'innovation en matière de technologie, ensuite, en modifiant le cadre réglementaire pour favoriser le marché intérieur, et, enfin,

en établissant des réseaux internationaux de commercialisation pour promouvoir, vendre et distribuer les produits canadiens.

L'élaboration de stratégies d'innovation en matière de technologie

Afin de garantir un avenir prospère aux Canadiens et de financer les programmes sociaux du pays, les pouvoirs publics du Canada doivent assurer la création d'emplois et la réalisation de bénéfices durables dans les industries à croissance rapide de l'avenir. Pour que son industrie des télécommunications reste à la fine pointe de l'établissement et de l'application de technologies nouvelles, le Canada doit être sûr qu'il existe de nouveaux débouchés. Mais en raison de la petite taille du marché canadien, seule la conquête de marchés d'exportation assurera une croissance appréciable dans le secteur des télécommunications. Sur le plan des volumes de ventes, les seuls marchés intérieurs, bien qu'ils constituent des atouts précieux, ne permettront pas beaucoup au Canada d'atteindre ses objectifs industriels en matière de télécommunications.

Le Canada doit établir un cadre qui favorise la création d'entreprises de télécommunications novatrices et d'avant-garde et qui encourage ces entreprises à prendre de l'essor sur les marchés internationaux. Un grand nombre d'entreprises canadiennes de matériel de télécommunications — allant de Northern Telecom à de petites entreprises d'avant-garde et ultramodernes œuvrant dans des créneaux particuliers — sont déjà bien placées pour se lancer sur un marché mondial axé de plus en plus sur la variété des produits et le service au client. Ces entreprises ont toutefois besoin d'aide pour demeurer concurrentielles.

Les pouvoirs publics et l'industrie des télécommunications du Canada doivent conjuguer leurs efforts. Il faut établir des stratégies pour aider et encourager l'industrie canadienne des télécommunications à faire preuve de dynamisme afin d'obtenir une part importante et croissante du marché mondial des télécommunications. Le gouvernement canadien devrait encourager la formation de groupes de chercheurs de l'industrie, de l'État et des universités chargés d'effectuer la recherche fondamentale dans des domaines qui aideraient les entreprises à mettre au point et à commercialiser des technologies nouvelles.

Les Canadiens eux-mêmes pourraient alors s'efforcer de devenir les «clients les plus exigeants» des sociétés canadiennes de télécommunications. Au fil des années, les entreprises canadiennes ont collaboré étroitement avec des clients éventuels à la mise au point de produits et de systèmes de pointe pour satisfaire des besoins particuliers et, dans de nombreux cas, la R-D qui en a résulté découlait des demandes des clients. Cependant, les sociétés desservant les marchés internationaux ont dû, dans une certaine mesure, décentraliser leur R-D pour répondre aux besoins de leurs clients étrangers. La majorité de cette R-D pourrait demeurer au Canada si le marché intérieur devenait le client le plus exigeant de l'industrie canadienne.

L'évolution du cadre réglementaire

Le Canada a aussi besoin d'un cadre national qui encouragera ses fournisseurs de matériel et de services à devenir des chefs de file mondiaux dans le domaine de la technologie des télécommunications. Les gouvernements pourraient contribuer dans une large mesure à une telle évolution en supprimant les obstacles en matière de réglementation — obstacles techniques (par exemple, un spectre limité) et obstacles de mise en marché (par exemple, l'acheminement réglementé des appels téléphoniques) — qui étouffent la concurrence et l'innovation. Par exemple, les organismes de réglementation ont étendu le spectre et offert aux sociétés canadiennes la possibilité de soutenir la concurrence dans l'établissement du Réseau de communications personnelles (RCP), en imitant largement en cela les Anglais. Ils pourraient autoriser l'industrie canadienne à tirer profit des technologies de pointe, telles que la fibre optique, en dispensant les services de câblodiffusion et de télécommunications sur un même câble.

Le Canada doit procéder à une déréglementation afin de permettre à ses entreprises de soutenir la concurrence au pays et à l'étranger. Les politiques canadiennes devraient favoriser un marché national concurrentiel où les fabricants et les fournisseurs de services canadiens pourraient perfectionner leurs compétences. Les politiques du Canada devraient aussi encourager les sociétés canadiennes à faire preuve de plus de dynamisme sur les marchés internationaux, tout en faisant en sorte qu'elles puissent y soutenir la concurrence sur un pied d'égalité. Dans d'autres pays, les anciens monopoles nationaux tels que BT, NTT et AT&T, renforcés par la concurrence nationale, se lancent à la conquête des marchés internationaux. Les organismes de réglementation canadiens ne doivent pas être dissuadés d'agir sous prétexte qu'un marché concurrentiel ne permettrait pas d'assurer un service téléphonique de base d'accès universel à faible coût. L'expérience des États-Unis montre qu'il est possible d'introduire la concurrence dans les services de télécommunications sans sacrifier le service universel ou les abonnés à faible revenu[42].

De nombreuses mesures mineures ont déjà été prises afin d'ouvrir le marché canadien à la concurrence. Par exemple, le Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes (CRTC) a décidé d'autoriser le raccordement de lignes directes privées au réseau à satellites de Téléglobe Canada, plutôt que d'insister sur des connexions intermédiaires par le biais du réseau interurbain d'une compagnie de téléphone. Jusqu'à maintenant, toutefois, le progrès a été minime comparativement à d'autres secteurs de compétence.

En bref, le développement d'une industrie canadienne concurrentielle à l'échelle internationale nécessitera un réaménagement des priorités gouvernementales. Au premier rang des priorités devra figurer la déréglementation des télécommunications, sur les plans intérieur et international. Deux options s'offrent à cet égard :

- Le gouvernement fédéral et les provinces peuvent déréglementer l'industrie canadienne des télécommunications et, par ce moyen, créer de nouveaux débouchés pour le matériel et les services sur le marché canadien et rendre l'industrie canadienne des télécommunications plus concurrentielle à l'étranger.
- Le gouvernement canadien peut insister auprès des organismes de réglementation internationaux, tels que l'Union internationale des télécommunications, ainsi qu'auprès des principaux partenaires commerciaux du Canada, afin de déréglementer au maximum les marchés étrangers et internationaux des télécommunications et de fournir ainsi plus de possibilités d'exportation aux Canadiens.

Maximiser l'appui politique

De nombreux pays considèrent les télécommunications comme une technologie stratégique et leur accordent un appui politique efficace. Ils utilisent l'influence politique et les contacts. Ils envoient à l'étranger des dirigeants politiques très connus pour vendre leurs produits et leurs services. Pour réussir sur le marché mondial des télécommunications, le Canada doit utiliser toute l'influence politique dont il peut disposer. Deux options sont possibles :

- Les artisans de la politique étrangère du Canada peuvent utiliser tous les leviers politiques et économiques disponibles afin de créer des possibilités de ventes pour les Canadiens sur les marchés internationaux et de maximiser le volume d'exportations canadiennes de produits et de services de télécommunications.

- Les pouvoirs publics et l'industrie du Canada peuvent tirer parti des débouchés de plus en plus nombreux qui s'offrent sur de nouveaux marchés, tels que l'Amérique latine, l'Europe de l'Est et l'Union soviétique. En Europe de l'Est, par exemple, le Canada peut afficher une neutralité relative, c'est-à-dire éviter d'emboîter le pas à une grande puissance essayant de tirer profit de la débâcle

soviétique ou de s'associer à une nouvelle Allemagne qui cherche à rétablir sa domination en Europe centrale. De tels débouchés, toutefois, ne dureront pas éternellement. Ces pays ne font pas de différence entre les fournisseurs, qu'ils proviennent d'Espagne, d'Italie, de France ou de Suède.

Il est important de se rappeler que la pénétration de ces marchés pourrait exiger un certain niveau d'investissement direct dans les pays en question. À cet effet, l'aide du gouvernement canadien s'impose, ce qui comprend l'utilisation de crédits à l'exportation, le budget canadien d'aide extérieure et les accords de troc.

Annexe 1 — Le matériel de télécommunications : marchés et fournisseurs mondiaux

Le matériel de télécommunications peut se diviser en deux grands groupes : le matériel de réseau public et le matériel de réseau privé. Le marché du matériel de réseau public est dominé par les commutateurs de central téléphonique et les produits de transmission; on prévoit que ces deux gammes de produits connaîtront une forte croissance. Dans le cas du matériel de réseau privé, le matériel de communication de données et d'autocommutateurs privés constitue la plus grande partie des ventes. Les communications de données devraient enregistrer une forte croissance et les ventes d'autocommutateurs privés, une croissance modérée.

Le matériel de réseau public

Les commutateurs de central téléphonique

Les commutateurs numériques de central téléphonique et leur matériel connexe constituent les centraux téléphoniques numériques. Ils sont imposants, remplissant souvent des étages entiers d'immeubles et peuvent coûter des dizaines de millions de dollars. Les produits de central téléphonique, et leurs logiciels et sous-systèmes connexes, contrôlent le réseau et gèrent son débit. Toutes les entreprises qui peuvent se le permettre sont à la recherche du central le moins coûteux, assorti des meilleures installations de gestion de capacité, de la même manière qu'une personne ferait le tour des magasins pour acheter l'ordinateur le plus moderne au meilleur prix.

Les exigences en matière de R-D des produits de central téléphonique sont énormes; aujourd'hui, la mise au point de la technologie de base coûterait à elle seule au moins deux milliards de dollars. La pénétration réussie du marché américain (en obtenant 10 p. 100 du marché) coûterait environ deux milliards de dollars supplémentaires, ce qui comprend les coûts de mise sur pied d'une organisation efficace de ventes et de services[43].

Le marché actuel est relativement mûr. Les entreprises qui n'installent pas plus de cinq millions de lignes de central téléphonique par an ne disposeront pas de la marge brute d'autofinancement nécessaire pour passer à la génération suivante de matériel. Elles ne pourront pas non plus établir une infrastructure de soutien efficace[44]. Ces dernières années, à mesure que les coûts à engager pour rester sur le marché ont augmenté et que des entreprises ont quitté le secteur, le nombre de fournisseurs s'est beaucoup raréfié.

Jusqu'à tout récemment, la plupart des marchés situés à l'extérieur du tiers monde étaient complètement fermés, les PTT étant liés à leurs fournisseurs nationaux. La libéralisation et les progrès technologiques ont toutefois arraché plusieurs PTT à leurs fournisseurs de choix. Néanmoins, le marché des centraux téléphoniques reste très politique : les pays considèrent les télécommunications comme une industrie stratégique vitale et continuent d'exercer un contrôle sur les marchés de matériel et de services.

La croissance du marché des commutateurs de central téléphonique dépendra du calendrier de remplacement des fournisseurs de services de réseau pour leurs commutateurs analogiques ainsi que du financement disponible dans les pays en développement[45]. Le tableau A-1 montre les recettes des cinq premiers fournisseurs de commutateurs de central téléphonique en 1988.

Tableau A-1. Les cinq premières entreprises de commutateurs de central téléphonique : recettes au titre du matériel de télécommunications, 1988

Société	Recettes des produits de central (en milliards de dollars US)
AT&T	3,07
NTL	2,91
Alcatel	2,89
LME	2,77
Siemens	2,07

Source : Northern Business Information/Datapro, *The role of research and development in the telecommunications industry worldwide*, rapport rédigé à contrat pour le Conseil des sciences du Canada, 1989 (inédit), p. 84.

Les produits de transmission

Les produits de transmission constituent le «liant» du réseau. Ils comprennent les répartiteurs numériques, les systèmes multiplex numériques de ligne d'abonné, les terminaux en fibre, et les fils et les câbles.

En raison de la nature hétérogène de l'industrie, des créneaux dans ce domaine peuvent être exploités avec succès par des entreprises telles que Rockwell International, qui ont des profils limités ailleurs dans le secteur des télécommunications.

La plupart des sociétés sur le marché des transmissions concentrent leurs efforts en matière de R-D avec soin. Les Japonais, qui ont un programme choc, utilisent toutefois le marché des transmissions pour se positionner eux-mêmes sur les marchés de produits utilisant des technologies postélectroniques, ou photoniques. En acquérant des connaissances dans le domaine des terminaux à fibre et des systèmes de transmission, des fournisseurs tels que Fujitsu et NEC espèrent, dès que le traitement optique et, partant, la commutation optique deviendront une réalité, pouvoir damer le pion rapidement à Alcatel, AT&T, Northern Telecom et Siemens. Mais cette stratégie pourrait ne pas rapporter de dividende avant une décennie ou plus. Les analystes de l'industrie sont unanimes à penser que, même si l'optoélectronique pourrait dominer dans les années 1990, les systèmes axés purement sur la photonique ne deviendront pas une réalité sur le marché avant le siècle prochain.

L'un des avantages du marché des transmissions, du point de vue des fournisseurs, est qu'il est relativement apolitique. Par exemple, AT&T ne peut pas vendre de produits de central téléphonique en France, mais elle y écoule ses répartiteurs numériques.

La croissance du marché des transmissions sera favorisée par la baisse des prix et l'amélioration des performances des systèmes axés sur les fibres optiques[46]. Toutefois, comme dans le cas du marché des centraux téléphoniques, les coûts d'entrée sur le marché du matériel de transmission grimpent en flèche. Par exemple, Northern Telecom soutient qu'au moment où sa dernière gamme de produits utilisant la fibre et l'optoélectronique (connue sous le nom d'«Optonumérique universel» et lancée en octobre 1989) arrivera sur le marché en 1992, elle aura consacré un milliard de dollars à sa mise au point[47].

Le tableau A-2 montre les recettes des cinq premiers fournisseurs de produits de transmission en 1988. Northern Telecom, dont les recettes au titre du matériel de transmission s'établissaient à 571 millions de dollars, occupait le septième rang.

Tableau A-2. Les cinq premières entreprises de produits de transmission : recettes au titre du matériel de télécommunications, 1988

Société	Recettes au titre du matériel de transmission (en milliards de dollars US)
AT&T	3,76
NEC	2,03
Alcatel	1,89
Siemens	1,81
Fujitsu	0,88

Source : Northern Business Information/Datapro, *The role of research and development in the telecommunications industry worldwide*, rapport rédigé à contrat pour le Conseil des sciences du Canada, 1989, (inédit), p. 84.

Le matériel de réseau privé

Les produits de réseau privé comprennent les autocommutateurs privés, les systèmes à touches, les modems, les terminaux, les appareils téléphoniques et même certains services tels que le Centrex. Ces produits servent à gérer le trafic vocal et le trafic de données pour les usagers des services de réseau, normalement les entreprises, les gouvernements et d'autres grands marchés non résidentiels.

De plus en plus, les réseaux privés commencent à se faire concurrence à la fois dans le domaine du matériel et dans celui des services. En fait, la récente introduction généralisée des réseaux numériques avec intégration des services (RNIS) — réseaux numériques de bout en bout avec une signalisation hors bande — devrait donner aux exploitants de réseaux privés le contrôle de plusieurs fonctions du réseau public.

Le marché du matériel de réseau privé, stimulé par les technologies nouvelles et par le processus de libéralisation, devrait augmenter plus rapidement que le marché du matériel de réseau public[48]. Sur les marchés de pointe, comme celui des États-Unis, la croissance proviendra principalement de l'addition de lignes de données et de services à ce qui a été, en grande partie, un marché réservé à la transmission de la voix.

Tout comme dans le cas des marchés de central téléphonique et de transmission, les coûts d'entrée sur le marché montent en flèche pour les sociétés désirant offrir une ligne complète de produits de réseau privé. Par exemple, les gros autocommutateurs privés, qui sont semblables sur les plans de la technologie et des capacités aux bureaux centraux de commutation, nécessitent des investissements de plusieurs milliards de dollars au titre de la mise au point et de la commercialisation. Desservir le marché de plus en plus concurrentiel et morcelé du matériel de réseau privé nécessite aussi une organisation considérable de services et de ventes.

Le tableau A-3 montre les recettes des cinq premiers fournisseurs de matériel de réseau privé en 1988.

Tableau A-3. Les cinq premières entreprises de produits de réseau privé : recettes au titre du matériel de télécommunications, 1988

Société	Recettes des réseaux privés (en milliards de dollars US)
AT&T	7,92*
Siemens	6,25
Alcatel	2,46
NEC	2,29
NTL	1,31

Source : Northern Business Information/Datapro, *The role of research and development in the telecommunications industry worldwide*, rapport rédigé à contrat pour le Conseil des sciences du Canada, 1989 (inédit), p. 84.

* Ce chiffre doit être utilisé avec prudence car il pourrait englober des ventes d'ordinateurs.

Annexe 2 — Cadre d'analyse des stratégies en matière de technologie

Dans le cadre de la méthode d'analyse de chaque secteur, le Conseil des sciences du Canada a cherché, dans la mesure du possible, à évaluer les stratégies des entreprises en matière de technologie conformément au schéma suivant :

produit			
procédé			
	adoption et adaptation	innovation	percée

Catégories de stratégies

Adoption et adaptation : Acquérir une technologie et l'adapter afin de s'en servir pour soutenir la concurrence.

Innovation : Améliorer progressivement la technologie gagnante afin d'obtenir une plus grande part du marché ou de conserver son avantage concurrentiel.

Percée : Chercher à créer une discontinuité sur le marché et, par ce moyen, devancer les concurrents.

Les études de cas d'entreprises ont généralement porté sur au moins sept paramètres clés qui influent sur la stratégie d'une entreprise en matière de technologie :

- trois paramètres internes :
  - — la position concurrentielle,
  - — la capacité d'innover,
  - — la stratégie et la vision;
- quatre paramètres externes :
  - — les demandes du client,
  - — la rivalité concurrentielle,
  - — les conditions d'approvisionnement,
  - — la technologie disponible.

La méthode prévoyait aussi essentiellement un processus en trois étapes pour chaque secteur. Dans la première étape, un ou plusieurs entrepreneurs ont analysé les éléments principaux de la compétitivité et de la performance en matière de R-D du secteur canadien et de ses principaux concurrents étrangers. La deuxième étape comprenait l'évaluation du ou des rapports préparés à contrat, la discussion avec les entrepreneurs et autres experts, une recherche maison supplémentaire et la préparation d'une ébauche de rapport du Conseil. Au cours de la troisième étape, des spécialistes de

l'extérieur ont formulé des observations sur l'une ou sur plusieurs des ébauches du rapport du Conseil, qui ont alors été révisées et raffinées au besoin, à la suggestion de la personne-ressource de ce secteur au sein du comité chargé du projet (*voir* les remerciements). Pour certains secteurs, la troisième étape comptait aussi la participation de plusieurs spécialistes de l'extérieur dans le cadre d'un petit atelier de travail, dont une partie a permis de définir certains éléments d'un plan d'action possible pour le secteur. Le rapport a ensuite été soumis pour approbation finale au Comité de direction du Conseil des sciences, avant d'être envoyé à Industrie, Sciences et Technologie Canada.

Notes

1. Pierre Hubert, vice-président adjoint, Recherche en technologies, Bell Canada, «L'informatique de demain : une question d'anticipation», discours prononcé à la Journée de l'informatique du Québec, 28 mars 1990.

2. John Roth, président, Systèmes sans fil, Northern Telecom Limitée, communication personnelle, 4 octobre 1990.

3. U.S. Sprint, communiqué, 27 septembre 1990.

4. Jeet Hothi et Dan Byron, *Tendances économiques et technologiques du service mobile de télécommunications*, Ottawa, Communications Canada, 1990, p. i.

5. *Ibid.*, p. 17.

6. Douglas C. Cunningham, *The Canadian Cellular Telephone Industry: Fiction or Fact?* Toronto, Burns Fry Limited, 1988, p. 2.

7. Jeet Hothi et Dan Byron, *op. cit.*, p. 20.

8. *Ibid.*, p. 57.

9. Northern Business Information/Datapro, *The role of research and development in the telecommunications industry worldwide*, rapport rédigé à contrat pour le Conseil des sciences du Canada, 1989 (inédit), p. 5.

10. *Ibid.*, p. 3.

11. *Ibid.*, p. 9.

12. *Ibid.*, p. 21.

13. «The office of the future: a survey of information technology», *The Economist*, 12 juillet 1986, p. 13.

14. John Roth, président, Systèmes sans fil, Northern Telecom Limitée, communication personnelle, 4 ocotobre 1990.

15. Hudson N. Janisch et Richard J. Schultz, *Capitaliser sur la révolution de l'information : les télécommunications et les choix offerts au Canada*, Montréal, Banque Royale du Canada, 1989, p. 8.

16. Jeet Hothi et Dan Byron, *op. cit.*, p. 4.

17. Hudson N. Janisch et Richard J. Schultz, *op. cit.*, p. 7.

18. *Ibid.*, p. 10.

19. D'après un analyste de l'industrie situé en Californie, par exemple, Du Pont Corporation est le «client le plus exigeant» à l'échelle mondiale dans le domaine de la technologie des télécommunications. La question ici n'est pas qu'une entreprise doit posséder le matériel le plus perfectionné, mais plutôt que les réseaux privés sont sûrement à l'origine d'innovations importantes.

20. Hudson N. Janisch et Richard J. Schultz, *op. cit.*, p. 16.

21. Réunion de la British Telecom sur la commercialisation, Toronto, 5 février 1991.

22. Northern Business Information/Datapro, *op. cit.*, p. 18.

23. *Ibid.*, p. 30.

24. *Ibid.*, p. 68.

25. Northern Business Information/Datapro, *op. cit.*, p. 34.

26. *Ibid.*, p. 37.

27. NGL Consulting Ltd., *Proposition de plan stratégique pour l'industrie de fabrication d'équipement de télécommunications au Canada, Partie 1*, Ottawa, Industrie, Sciences et Technologie Canada, 1990, p. 7.

28. Northern Business Information/Datapro, *op. cit.*, p. 40.

29. *Ibid.*

30. Jeet Hothi et Dan Byron, *op. cit.*, p. 10.

31. Industrie, Sciences et Technologie Canada, *Profil de l'industrie : Matériel de télécommunications*, Ottawa, 1988, p. 3.

32. Industrie, Sciences et Technologie Canada, *Statistiques choisies en sciences et technologie*, Ottawa, 1989, p. 16.

33. Northern Business Information/Datapro, *Strategic alternatives to enhance the growth of the Canadian telecommunications industry*, rapport rédigé à contrat pour le Conseil des sciences du Canada, 1990 (inédit), p. 13.

34. Bruce McDougall, «Digital Dreamers: Scientific Entrepreneurs Have Placed Ottawa on the High-tech Map», *Small Business*, n° 5, décembre 1986, p. 20.

35. Mitel Corporation, *Rapport annuel de 1989*, Toronto, 1989, p. 3.

36. Northern Business Information/Datapro, *op. cit.* (note 33), p. 3.

37. NGL Consulting Ltd., *op. cit.*, p. ii.

38. Pour la discussion des économies d'échelle et de la diversification en matière de R-D, *voir* : David Charles, Peter Monk et Ed Sciberras, *Technology and Competition in the International Telecommunications Industry*, Londres, Pinter, 1990, pp. 25-26.

39. Mark Newman, «Mobile Phones Quick Fix for Eastern Europe», *Financial Post*, 29 octobre 1990, p. 36.

40. Daniel Kadlec, «Analysts Like U.S. West's Number», *USA Today*, 24 octobre 1990, p. 3B.

41. Northern Business Information/Datapro, *op. cit.* (note 9), p. 85.

42. Hudson N. Janisch et Richard J. Schultz, *op. cit.*, p. 30.

43. Northern Business Information/Datapro, *op. cit.* (note 9), p. 58.

44. *Ibid.*

45. Organisation de coopération et de développement économiques, Groupe de travail chargé des politiques sur les télécommunications et les services d'information, *Les équipements de télécommunications : transformation des marchés et des structures des échanges*, Paris, 15 mai 1990, p. 8.

46. *Ibid.*

47. Gerry Blackwell, «Northern Lights», *Canadian Business*, mars 1990, p. 40.

48. Organisation de coopération et de développement économiques, *op. cit.*, p. 8.